

Современные космогонии

Агнес М. Клерк

'The world's a prophecy of worlds to come.'—YOUNG

MODERN COSMOGONIES

BY

AGNES M. CLERKE

HON. MEM. R.A.S.

AUTHOR OF

'A POPULAR HISTORY OF ASTRONOMY DURING THE NINETEENTH CENTURY,'

'THE SYSTEM OF THE STARS,' 'PROBLEMS IN ASTROPHYSICS,'

AND OTHER WORKS

LONDON

ADAM AND CHARLES BLACK

1905

Электронная книга проекта "Гутенберг" по современным космогониям

Эта электронная книга предназначена для использования любым человеком в любой точке Соединенных Штатов и большинства других частей мира бесплатно и практически без каких-либо ограничений. Вы можете скопировать его, раздать или повторно использовать в соответствии с условиями лицензии Project Gutenberg, прилагаемой к этой книге, или онлайн по адресу www.gutenberg.org. Если вы находитесь за пределами Соединенных Штатов, вам необходимо ознакомиться с законами страны, в которой вы находитесь, прежде чем использовать эту электронную книгу.

Название: Современные космогонии

Автор: Агнес М. Клерк

Дата выхода: 13 февраля 2021 г. [Электронная книга № 64537]

Последнее обновление: 18 октября 2024 г.

Язык: Английский

Авторские права: Фэй Данн, Грэм Макрет и команда онлайн-корректоров по адресу <https://www.pgdp.net> (Этот файл создан на основе изображений, щедро предоставленных интернет-архивом)

*** НАЧАЛО ПРОЕКТА "ЭЛЕКТРОННАЯ КНИГА ГУТЕНБЕРГА " СОВРЕМЕННЫЕ КОСМОГОНИИ" ***

СОВРЕМЕННЫЕ КОСМОГОНИИ

Того же автора

ПОПУЛЯРНАЯ ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА

ЧЕТВЕРТОЕ ИЗДАНИЕ.

ДЕМИ 8В., ТКАНЬ, ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ

ЦЕНА 15с. НЕТТО

ПРОБЛЕМЫ АСТРОФИЗИКИ

ДЕМИ 8В., ТКАНЬ, ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ,

ЦЕНА 20с. нетто

ЗВЕЗДНАЯ СИСТЕМА

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

ДЕМИ 8В., ТКАНЬ, ИЛЛЮСТРИРОВАННОЕ,

ЦЕНА 20с. НЕТТО

A. & C. Black · Сохо-сквер · Лондон, W.

"Мир — это пророчество грядущих миров." -Янг

СОВРЕМЕННЫЕ КОСМОГОНИИ

АВТОР : АГНЕС М. КЛЕРК

ДОСТОПОЧТЕННЫЙ. МЕМ. Р.А.С.

АВТОР "ПОПУЛЯРНОЙ ИСТОРИИ АСТРОНОМИИ ДЕВЯТНАДЦАТОГО ВЕКА",
"ЗВЕЗДНОЙ СИСТЕМЫ", "ПРОБЛЕМ АСТРОФИЗИКИ" И ДРУГИХ РАБОТ

ЛОНДОН

АДАМ И ЧАРЛЬЗ БЛЭК

1905

ПРЕДИСЛОВИЕ

Из шестнадцати глав, составляющих этот небольшой труд, тринадцать были опубликованы серией, начатой в журнале *Knowledge* и продолженной в журнале *Knowledge and Illustrated Scientific News*, и я приношу свою искреннюю благодарность владельцам этих журналов за их любезное разрешение перепечатать их. Три дополнительные главы, эквивалентные, хотя и не идентичные тем, что появились сейчас, составляли неотъемлемую часть первоначального плана книги, которая теперь представлена широкой публике в надежде, что это позволит обычным читателям следить с тем глубоким интересом, который она должна вызывать, за ходом современных исследований происхождения мира. Их продвижение ни в коем случае не является гладким или поверхностным. При попытке вернуться к началу вещей приходится сталкиваться со многими трудностями и замешательствами. Некоторые из старых путей также были разорваны пионерами науки двадцатого века, и процесс построения новых путей, которые должны вести дальше в неизвестное предвозвестие, является медленным и трудоемким. Но железнодорожная станция в пустыне - это особенно привлекательное место паломничества, и несколько таких отдаленных постов и мест временных остановок более или менее смутно описаны на следующих страницах.

Лондон, 16 ноября 1905 г..

Содержание

ГЛАВА	СТРАНИЦА
I. ОТ ФАЛЕСА До КАНТА	1
II. НЕБУЛЯРНАЯ ГИПОТЕЗА	21
III. КРИТИКА НЕБУЛЯРНОЙ ГИПОТЕЗЫ	39

IV. НЕБУЛЯРНАЯ ГИПОТЕЗА ВАРЬИРОВАЛАСЬ И СОВЕРШЕНСТВОВАЛАСЬ	60
V. ПРИЛИВНОЕ ТРЕНИЕ КАК ФАКТОР В КОСМОГОНИИ	83
VI. РАСЩЕПЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩИХСЯ ШАРОВ	100
VII. ПОСТРОЕНИЕ МИРА ИЗ МЕТЕОРИТОВ	118
VIII. КОСМОГОНИЯ В ДВАДЦАТОМ ВЕКЕ	135
IX. ПРОТИЛ: ЧТО ЭТО?	150
X. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СИЛЫ	166
XI. НЕИЗБЕЖНЫЙ ЭФИР	183
XII. ФОРМЫ ТУМАННОСТЕЙ	199
XIII. ШЕСТВИЕ СОЛНЦ	216
XIV. НАША СОБСТВЕННАЯ СИСТЕМА	232
XV. ПЕРЕЖИТКИ	250
XVI. ЖИЗНЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ	265
ИНДЕКС	283

СОВРЕМЕННЫЕ КОСМОГОНИИ

ГЛАВА I

ОТ ФАЛЕСА К КАНТУ

Очень немногие даже из самых диких племен довольствуются тем, что принимают мир таким, какой он есть, не размышляя о том, как он появился. Ибо время имеет три измерения — прошлое, настоящее и будущее, — и мы не можем ограничивать наши мысли рамками одного из них так же, как не можем физически существовать во Флатландии. Нам, правда, рассказывали, что абипоны и эскимосы отказываются утруждать себя вопросами происхождения на том основании, что суровые факты жизни не оставляют места для пустых дискуссий; но даже они чувствуют себя обязанными оправдать свою назойливость. В более легких обстоятельствах они тоже претендовали бы на чисто человеческую привилегию "смотреть до и после", как, возможно, поступали их забытые прародители. Действительно, трудно думать вообще о структуре природы, не пытаясь разгадать, хотя бы путем грубого предположения, процесс ее построения. Мы инстинктивно убеждены, что не существует такой вещи, как постоянство состояния. До сих пор Гераклит был прав.

Опыт говорит нам о постоянных изменениях в нас самих и во всем, что нас окружает. Разум учит нас, что его мельчайшие сиюминутные эффекты, если их продолжать в обратном направлении в течение неопределенного времени, должны суммироваться в огромную сумму. Иными словами, нельзя ограничить различие между тем, что есть, и тем, что было. И все же механизм модификации должен был каким-то образом быть запущен. Начальное состояние предписывается логической необходимостью. И начало было положено на определенных условиях — это было "обусловлено". Но обусловленное подразумевает абсолюта; предписания, действенную силу. Необходимость этой связи более или менее смутно осознавалась везде, где

люди пытались установить какое-то соответствие между явлениями и интуицией, и результаты были отчетливы в колеблющихся очертаниях многих примитивных космогоний. Однако только в еврейских Писаниях идея Творения была реализована во всей ее полноте и свободе; в других местах боги, призванные создать мир, сами требовали истории рождения, а теогония была обычной и необходимой прелюдией к космогонии.

Тем не менее, "картинки-размышления" (это было хорошо сказано),^[1] и ничего более, были представлены этими предваряющими генеалогиями. Ночь и тьма обрели личные очертания, и из мрака их союза лучезарно возникли создания света и продолжили, согласно predetermined закону порядка, сортировать элементы хаоса и приводить их к космической гармонии.

Эта мифическая фаза мышления закончилась в Греции с возникновением Ионийской философской школы. Незапамятные легенды, дискредитированные появлением новой мудрости, обрели новую жизнь под видом народных преданий; Орфические басни были оставлены поэтам и народу; а милетский мудрец положил начало спекулятивной традиции, поддерживаемой длинной чередой метафизиков вплоть до самого порога недавней научной эпохи. Все были теми, кого мы должны были бы назвать эволюционистами — Фалес Милетский в не меньшей степени, чем Декарт и Сведенборг; другими словами, их главной целью было найти практически осуществимый способ вывести систематическое расположение взаимосвязанных частей из монотонного недифференцированного беспорядка. Теперь, исследуя это предприятие, они столкнулись с двумя различными проблемами. Одна была связана с природой первобытного мирового вещества; другая - с операциями, которым оно было подвергнуто. Современные теоретики поставили своей главной целью объяснение механизма космического роста — игры вовлеченных в него сил, сопутствующих ему преобразований и прогрессивного перераспределения энергии. Но вопросы такого рода могли быть сформулированы ранними мыслителями лишь в самой ограниченной степени, которые соответственно уделяли свое главное внимание отбору подходящего материала для проявления своей конструктивной изобретательности.

Фалес утверждал, что все сущее произошло из воды, и вода до сих пор является среди неискушенных племен любимым "Источником". Анаксимен заменил ее воздухом. Гераклит отдавал предпочтение подвижному и жизненному элементу (как он его считал) огню. Анаксимандр, с другой стороны, мог бы выдвинуть убедительную претензию на приоритет перед сэром Уильямом Круксом в изобретении "протила". Он представлял себе в качестве матрицы мира безграничное пространство обобщенной материи, потенциально содержащее все химические виды, которые, постепенно разделяясь благодаря сродству подобного к подобному, образуют своими контрастами и соединениями бесконечно разнообразную сумму вещей. Преемники Анаксимандра прибегали к самопроизвольно возникающим сгущениям и разреженностям как к главной движущей силе развития; но все эти смутные принципы были быстро вытеснены в небытие определенным и доходчивым учением о "четырех элементах", изложенным Эмпедоклом, которое, гарантируемое одобрением Платона, на протяжении почти двух тысячелетий занимало неоспоримое место среди основ науки. Каким бы ошибочным и вводящим в заблуждение оно ни было, оно все же служило средством регулирования внешности и направления блуждающих идей — это был путь, по которому следовало следовать в отсутствие какого-либо лучшего метода ориентации.

Левкипп и его более известные ученики, Демокрит и Эпикур, были первыми, кто отважился проследить механическую историю космоса. Их изначальные атомы были наделены весом, и именно вес или гравитация в конечном счете определяли их пространственное расположение и взаимоотношения. Прямолинейные в первом наброске схемы, их движения были несколько произвольно отклонены Эпикуром; и вытекающие отсюда вращения в конечном итоге стали, так сказать, достоверными и точными в картезианских вихрях и в солнечном водовороте Сведенборга. *Естественная история* вселенной Канта была еще одной, хотя и совершенно отдельной ветвью атомистической теории. Атомы Демокрита, однако, и в меньшей степени атомы Канта существенно отличались от конечных результатов химического анализа, постулированных Дальтоном. Они представляли собой нечто совершенно неуместное — скорее набор фрагментов, чем элементарных частей материи, бесконечно различных по размеру, форме и массе.

И это разнообразие не было создано просто игрой воображения. Оно было строго необходимо для принятого плана действий. Ибо, очевидно, что без разнородности не могло быть никакого развития. Абсолютное единообразие предполагает абсолютное постоянство. Изменения могут происходить только через неравенство. Должен быть наклон уровня, прежде чем ток начнет течь; необходима какая-то причина преобладания, чтобы направить его в заданном направлении. В этом, безусловно, заключается изначальная суть всех космогонистов. Они обычно преодолевают ее, предполагая наличие случайных сгущений, защищенных от опровержения, но неспособных к проверке. Таким образом, возникает вопрос о целесообразности.

Теории всемирной истории составляли неотъемлемую часть античной философии. Каждый основатель школы стремился создать целостную систему знаний, охватывающую все явления, охватывающую все вещи, от *primum mobile* над головой до травинки под ногами, и рационализирующую прошлое, настоящее и будущее всеобъемлющего целого. Современная наука менее амбициозна. Не стремясь к такому обширному синтезу, он довольствуется тщательным знакомством с фактами природы, обдумыванием их последствий и, если возможно, реконструированием на предоставленной ими основе положения вещей в "смутном прошлом" неизмеримого времени. Правда, никакими подобными средствами нельзя достичь их начала в каком-либо реальном смысле; орудия индукции притупляются задолго до того, как они попадают в самое сердце этой тайны; однако признание их неадекватности приносит компенсацию в виде более полного овладения их надлежащим использованием. Так называемая наука действительно вплоть до эпохи Бэконизма представляла собой мутную смесь физики с метафизикой. Можно сказать, что решение было предпринято из нерастворимого материала, который отказывался растворяться и не выпадал в осадок.

Греческий взгляд на природу был по сути пантеистическим. Ионийские спекулянты, по-видимому, предполагали, но явно не настаивали на ее саморегулирующей силе. Один только Аристотель решительно отвергал доктрину космической жизненности или подсознательных тенденций. Но Платон принял и возвеличил восточную традицию; концепция "Мировой Души" обязана ему своим смутным великолепием и вечным очарованием. Функция платоновского вице-творца (ибо таковым следует считать Мировую Душу) заключалась в приведении грубой материи в соответствие с архетипическими идеями Божественного разума; это, однако, не было достигнуто раз и навсегда, а путем постепенного одухотворения того, что по своей природе было мертвым и неодушевленным. Духовный агент, став частью вселенской структуры, придал

ей подобие жизни, неясную чувствительность и даже какой-то скрытый интеллект; и так *анима мунди* сформировалась и продолжала век за веком быть предметом и источником безмерно диких и фантастических фантазий.

За ними стояла одна великая мысль — о единстве природы, но ее значение было утрачено среди фантазмагории неоплатонических экзальтаций. Отсюда черпали вдохновение вакхические порывы Джордано Бруно; здесь была заложена основа пантеизма Спинозы. Демиоргон Шелли, ощущаемый как "живой дух", рассматриваемый как "могущественная тьма", линейно произошел от той странной сущности — бесформенной, невнятной, лишенной индивидуального самосознания, - которая оживляла погруженную в воду философию неоязыческих времен бесплодным пылом мистицизма. Эта доктрина в ее первоначальной и более трезвой версии получила запоминающееся выражение в мелодичных гекзаметрах Вергилия:

'Principio coelum, ac terras, camposque liquentes,
Lucentemque globum lunæ, Titaniaque astra,
Spiritus intus alit, totamque infusa per artus
Mens agitat molem, et magno se corpore miscet.'

В рифмованной версии Конингтона они звучат следующим образом:

"Знайте прежде всего, что небо, земля, майн,
Бледный шар луны, звездный шлейф,
Питаются душой,
Ярким разумом, чье пламя
Горит в каждом элементе структуры,
И приводит в движение могущественное целое".

Кеплер не был космогонистом, но он стремился основать "физическую астрономию", и в своих поисках механической силы, которой могло бы хватить для регулирования движения небесных тел, он наткнулся на способ действия, в высшей степени подходящий для объяснения их роста. Его незнание законов движения мешало ему представить, что скорости постоянны сами по себе и просто отклоняются от прямой траектории на криволинейную под действием постоянного центрального притяжения. Следовательно, он был вынужден прибегнуть к двойному средству: создать вращающуюся среду для поддержания вращения планет и предположить, что солнце оказывает "магнитное влияние", благодаря которому они вращаются по замкнутым орбитам. Таким образом, здесь центральные силы окончательно вступили на астрономическую арену, хотя и без едва заметных обещаний своего блестящего будущего. Но с неуклюжим механизмом, который они помогли оживить, дело обстояло иначе. Простой *способ действия* Кеплера, принятый или, что более вероятно, заново изобретенный Декартом, был опубликован как эпохальное открытие в его "*Принципах философии*" (1644) и в новом аспекте быстро приобрел дурную славу. Широкое признание теории вихрей было, по крайней мере частично, обусловлено впечатляющими масштабами ее структуры. Декарт ничего не упустил. Обширный размах его рассуждений охватывал все, что только можно было познать, — природу, живое и неодушевленное, жизнь и время:

- Планеты и бледное население небес,
разум человека и все, что создано для полета.

Философия, метафизика и космогония были связаны в едином плане. Его автор выделял в материи три градации тонкости. Самым грубым видом было то, что составляло землю и другие непрозрачные тела; затем следовали более возвышенные материалы солнца и звезд; наконец, была эфирная субстанция небес, составленная настолько тонко, что казалась светящейся или светоносной. Эта последняя разновидность считалась второстепенного происхождения. Фактически она представляла собой своего рода небесный обломок. Межзвездное пространство постепенно заполнялось неосязаемой пылью, продуктом молекулярного истирания первоначально угловатых солнечных и звездных частиц. Таким образом, предполагалось, что эфир имеет к самому тонкому описанию обычной материи почти те же отношения, что ионы, предположительно, имеют к атомам.

Было сказано достаточно, чтобы показать, что картезианская вселенная была основана на грубом атомизме. Более того, ее способ построения демонстрировал полное игнорирование механических принципов. И все же некоторое знакомство с законами движения было к тому времени легко достижимо. Во всяком случае, первый из трех принципов был безошибочно сформулирован Галилеем в 1632 году, и сам Декарт решительно отстаивал его справедливость. И все же он считал необходимым, чтобы планеты продолжали двигаться, погрузить их в один огромный самокрутящийся вихрь с центром на солнце, при этом каждая из них была дополнительно снабжена подобным подчиненным водоворотом для поддержания своей внутренней системы. Кометы оказались в исключительно аномальном положении. Они в целом свободно перемещались, их освобождение от планетарных ограничений молчаливо признавалось; тем не менее, они пользовались каждым встречным водоворотом, чтобы продвигаться к месту назначения.

Среди псевдонаучных выдумок Деламбр заявил, что, если бы ему предложили выбор, он предпочел бы твердые сферы Аристотеля *турбийонам* Декарта. "Сферы, - добавил он,^[2] "оказались полезными как для построения планетариев, представляющих в общих чертах небесные движения, так и для их расчета по выведенным из них приблизительным правилам; но система вихрей никогда не служила вообще никакой цели, будь то механической или вычислительной".

Его мода, тем не менее, была блестящей и устойчивой. Передовые мыслители времен Луи Куаторзе считали себя картезианцами. Вихревая гипотеза была новшеством — она казалась смелой; и хотя она могла оказаться неправдой, в ней было достаточно правдоподобия, чтобы войти в моду. Не заслуживала она и того неприкрытого презрения, с которым к ней относился Деламбр. Взгляд на небо заставляет нас остановиться, прежде чем обречь его на презрительное забвение. Всего через два столетия после его обнародования первая спиральная туманность была обнаружена в Canes Venatici. То, что небеса кишат аналогичными объектами, несомненно, и их статус как частично развитых систем виден в каждой черте их строения. Наш собственный планетный мир мог пройти, а мог и не пройти ту стадию, которую они так обильно иллюстрируют; но в любом случае они неопровержимо доказывают, что вихри, по-разному обусловленные, преобладают среди форм, принимаемых космическими массами, движущимися к упорядоченному устройству.

Мистические космогонии относятся к периоду этнического младенчества. Они не перестали быть актуальными. Всемирные басни должны быть придуманы везде, где неясное чудо диких сообществ возбуждается таинственным зрелищем явно продуманных действий Природы и ее непреодолимой мощи. Но они были вытеснены у народов в авангарде прогресса философскими космогониями в ту эпоху, когда Фалес начал распространять по всей Ионии мудрость египтян и халдеев. Однако схемы, разработанные им и его преемниками, являются результатом рассуждений разума, не стесненных каким-либо пристальным вниманием к фактам. В основном они были созданы людьми, которые, по словам Деламбура, "Рассуждают о реальности, без опыта наблюдателя и без опыта вычислителя".

Невещественные структуры, выращенные ими, были затем фатально дискредитированы бэконовскими методами и ньютоновским правлением закона; они выжили — формы мышления умирают медленно, — но ненадежно, с заметно подорванными основами. Сведенборг был последним выдающимся реакционером, и его восстановление в 1734 году декартовой вращающейся среды в качестве движущей силы солнечной машины потерпело ощутимый провал. Иначе и быть не могло, поскольку его первоначальная идея устарела. Приближалась современная эра научной космогонии.

Этому предшествовали некоторые замечательные попытки звездного обобщения. Космология - старшая сестра космогонии. То, что *есть*, должно быть изучено до того, как можно будет сделать вывод о том, что *было*. Предшествующие состояния остаются призрачными, если только они не могут быть тесно связаны с реальными и наблюдаемыми условиями. Теперь, примерно в середине восемнадцатого века, желательным стал понятный план звездной вселенной, насколько его тогда раскрыл телескоп. И предприятие по удовлетворению потребностей было предпринято независимо двумя мужчинами неясного происхождения и несовершенного образования — один англичанин, другой немец.

Томас Райт из Дарема был сыном плотника из Байерс-Грин, где он родился 22 сентября 1711 года. Его жизнь была полна превратностей судьбы, но закончилась счастливо. Упорно добывая средства к существованию — то в море, то снова на берегу в качестве изготовителя часов и альманахов, учителя и лектора, — он, наконец, каким-то необъяснимым образом достиг отличия и достатка, построил себе красивый дом рядом со своей родной лачугой и благополучно и с почетом проживал в нем в течение четверти века. Он умер 25 февраля 1786 года, всего через год после того, как Гершель описал Королевскому обществу результаты своих первых экспериментов по "измерению звезд". Райта до сих пор заслуженно помнят как создателя теории "раздвоенного диска" Млечного Пути, поскольку, хотя это величественное сооружение, несомненно, спроектировано иначе, это было немалым достижением - дать начало науке о его архитектуре.

Генрих Ламберт был еще более предприимчивым спекулянтом, чем его неизвестный английский соперник. Его отец был бедным портным в Мюльхаузене, тогда на территории Швейцарии, и он работал у него подмастерьем. Но его неумные таланты привлекли к нему внимание, и он умер в 1777 году по милости второго Фридриха, берлинского академика. Его *Космологические письма*, опубликованные в 1761 году, были полностью оригинальными; они были составлены в неведении о том, что Райт и Кант уже написали. В некоторых отношениях он превзошел их обоих. У него была великолепная интуиция, и он только что коснулся границ величия. И если его выступления не дотягивали до самых высоких, то, возможно, это было

скорее из-за сокращения возможностей, чем из-за недостатка способностей. Млечный Путь, по его мнению, обозначал звездную эклиптику, и он согласился с Райтом в том, что рассматривал его как диск из скоплений звезд, но с разрывами, указывающими на множество систем, вращающихся, по его мнению, вокруг общего центра. Он также не сомневался в существовании других Млечных Путей — бесчисленных, отдаленных, невидимых — сгруппированных в комбинации более высокого порядка; в то время как за ними, все дальше и дальше, простирались новые иерархии систем по восходящей шкале величины и величия.

Наши знания о структурных фактах Вселенной никогда нельзя считать исчерпывающими; в середине восемнадцатого века, до того, как Гершель начал свою звездную кампанию, они едва ли были элементарными. Соответственно, Райту и Ламберту не хватало материалов — им приходилось изготавливать кирпичи из очень небольшого количества соломы. Тем не менее, они сделали все возможное из того, что было под рукой. Оба уделяли глубокое внимание звездному небосводу; они искренне искали истинную интерпретацию представляемых ими явлений, считая возможным, как и мы, несмотря на накопившиеся трудности, до сих пор делаем, гармонизировать бесчисленные разрозненные явления в одном обширном синтетическом плане.

Именно эта цель - верность Природе - придала ценность их работе и сделала ее чем-то новым в космологической истории. Уже одно это придало ему импульсивную силу и сделало размышления двух одиноких мыслителей эффективными, стимулируя новые попытки, которым способствовали улучшенные условия, понять, что на самом деле существует, и с рациональной уверенностью вывести отсюда его источники в смутном, но неоспоримом прошлом.

СНОСКИ:

[1] Целлер, *История греческой философии*, перевод С.Ф. Аллейна, том I, стр. 86.

[2] Цитируется Р. Вольфом, *Справочник по астрономии*, Bd. II., стр. 593.

ГЛАВА II

НЕБУЛЯРНАЯ ГИПОТЕЗА

В 1751 году Иммануил Кант все еще находился на стадии пластики. Период его "чистого разума" был отдаленным и мог показаться невероятным. Какими бы они ни были, его достижения были достигнуты в области конкретной науки, и мир явлений привлекал его размышления более соблазнительно, чем тонкости логики. Соответственно, семя было брошено в плодородную почву его чтением *Новой теории Вселенной* Томаса Райта, кратко изложенной в гамбургском журнале. Это заставило его задуматься, и его мысли оказались динамического порядка. Райт рассматривал небеса в чисто статическом аспекте. Он изложил первый определенный план их построения, показав, что звезды не были разбросаны случайным образом, а собраны с помощью метода; и это было слишком для того, чтобы один человек мог выполнить это без посторонней помощи.

Но молодой профессор из Кенигсберга не мог удовлетвориться праздным созерцанием какого-либо существующего устройства. Его разум был неспособен мириться с вещами просто так, как они представлялись сами собой; он жаждал узнать дальше, как они оказались друг с другом в именно таких взаимоотношениях. Более того, он был пропитан эпикурейскими доктринами. Ни в каком предосудительном смысле. Его нельзя было упрекнуть ни как гедониста, ни как атеиста. Его удовольствия были интеллектуальными, мораль строгой, убеждения ортодоксальными. За завесой материального существования он угадал его высшего нематериального Создателя, и его восприятие деятельности упорядочивающей Первопричины в Природе оставалось одинаково ярким, независимо от того, происходило ли ее раскрытие в результате непосредственного творения или в результате утомительных процессов модификации и роста. Его широкий и светлый взгляд охватывал, помимо прочего, этическое значение, которое придают подобные процессы. Следующее предложение демонстрирует более верную и глубокую оценку места человека в природе, чем это было достигнуто, возможно, любым другим из его современников-философов: "Космическая эволюция Природы, - написал он в запоминающихся словах, - продолжается в историческом развитии человечества и завершается в моральном совершенствовании личности".[3]

Тем не менее, он придерживался общих с Демокритом идей относительно происхождения вселенной. Лукреций околдовал его возвышенной дикцией и запечатлел его научную приверженность величественной образностью своих стихов. С оговорками, однако. Послушное ученичество было не в его характере. Таким образом, он воспользовался демокритовскими атомами, но ни в коем случае не признал их совпадение случайным. Сам Хаос, каким он его себе представлял, наполовину скрывал, наполовину раскрывал черновик "совершенного плана". Его постулатов было немного. Он требовал лишь безграничной траты первичной материи, не оживляемой никакими силами, кроме гравитации и молекулярного отталкивания, и взялся создать из нее работоспособную солнечную систему. Попытка увенчалась успехом не более чем частично. Регрессивные расследования приводят в лучшем случае к ненадежным результатам, и это расследование, в частности, было искажено фундаментальной принципиальной ошибкой. Ее автор ясно понимал, что обращение планет должно быть результатом вихревого завихрения в матрице туманности; но он не смог увидеть, что какое взаимодействие составляющих ее частиц не могло привести к возникновению этого завихрения.

Системы сами по себе не могут увеличить свой "момент импульса". Никакие изменения внутренней конфигурации не помогают увеличить или уменьшить сумму произведений, полученных путем умножения массы каждого из соединенных тел на его площадную скорость, спроецированную на общую плоскость. Сумма имеет алгебраический вид. Равные и противоположные движения компенсируют друг друга, сумма представляет собой только совокупное превышение скорости в любом направлении. Тогда система, все ее части которой находятся в быстром движении, предположительно могла бы быть лишена момента инерции. И если бы таково было его состояние с самого начала, оно должно было бы оставаться таким до скончания времен, если только не была применена внешняя сила, чтобы изменить его. Но такую возможность можно отбросить как идеальную. Установление столь хорошего баланса, какого это потребовало бы, практически не осуществимо. В реальном мире одна сторона счета скоростей наверняка превысила бы другую, хотя и очень незначительно, и малейшего преобладания было бы достаточно, чтобы запустить возможное вращение системы.

Если бы Кант был лучше знаком с принципами механики, он мог бы тогда без опаски довериться мельчайшим зачаткам, заложенным исконными неравенствами движения и несимметрией устройства, для развития в своем колоссальном пылевом облаке вращательного движения, необходимого для его цели; и он, таким образом, избежал бы спотыкания на пороге своего смелого исследования. Справедливо питая отвращение к использованию произвольных средств, он упрекал себя в простоте своих постулатов и, таким образом, был введен в заблуждение, заменив реальную причину воображаемой. Принятая им гипотеза заключалась в том, что частицы, образующие исходную зачаточную массу, падали вместе под действием силы тяжести, но отклонялись от прямолинейных траекторий из-за неодинакового сопротивления. И он вывел из комбинации этих многочисленных столкновений общее осевое вращение для всей агломерации. На бесполезность такого способа процедуры указал М. Фэй в 1885 году.^[4] Рассматриваемые отклонения фактически точно уравнивали бы друг друга, не было бы причин, по которым движение в одном смысле должно преобладать над движением в противоположном; следовательно, общее вращательное движение не могло бы даже начать влиять на бурлящую массу, которая конденсировалась бы в стерильной жесткости. Тогда Канту следовало бы, как это сделал Лаплас, когда пришла его очередь, предположить вращение, необходимое для его цели. Он требовал слишком мало от Природы, с одной стороны, и слишком много - с другой, в результате чего остановил механизм, который он сконструировал, чтобы привести в действие.

Кант считал, что зародыш будущего солнца состоит из скопления атомов в ядре туманности, которые, разрастаясь путем последовательных бесчисленных присоединений, обеспечивают движущую силу для механизма планетарного строительства. Ибо, как мы видели, именно толчок частиц, притягиваемых к постепенно преобладающему центру притяжения, привел, как предполагалось, к тому, что вихрь в конечном итоге трансформировался в тангенциальные скорости сопутствующих солнцу тел. Они образовались, подобно солнцу, путем увековечения и увеличения числа подчиненных ядер, которые обязательно возникали в стихийном буйстве. Они формировались не под руководством определенного закона, а как раз там, где случайность — или то, что казалось случайностью — благоприятствовала разрастанию.

Прогрессивное увеличение расстояний до планет, отмеченное Тициусом и Бодде, никогда не могло возникнуть в кантовской системе. Кантовские планеты также не могли иметь прямого вращения.^[5] При данных условиях должны были возникнуть ретроградные системы. Это неизбежно вытекало бы из несогласованности их материалов. Частицы, вращающиеся независимо друг от друга, имеют меньшие скорости, чем дальше они находятся от центра движения. Если они объединятся в шар, внутренние полеты должны, как самые быстрые, определять направление его вращения, которое, следовательно, изменит направление его обращения по орбите на противоположное. Следовательно, от природы образующего их вещества зависит не меньше, чем от продвижения центрального сгущения, нарушают ли планеты в своем внутреннем расположении более общий закон циркуляции, преобладающий в системе, к которой они принадлежат, или подчиняются ему, и туманность Канта, несомненно, была такова, что предполагала его нарушение.

И все же его план, при всех его недостатках, нес подлинную печать гениальности — гениальности, несовершенно оснащенной знаниями, но оригинальной, пронизательной, прозорливой. Само название работы "*Естественная история небес*" было дерзостью, подразумевающей радикальное изменение концепции. Именно в этом замечательном трактате

окончательно оформились "островные вселенные". Райт, это правда, пятью годами ранее (в 1750 году) отбросил идею о том, что "облачные пятна" могут представлять собой "внешние творения", но как простую прихоть научного воображения. Кант без колебаний ухватился за это, классифицировал туманности как множество отдельных галактик и рассматривал их как объединяющиеся с нашей собственной во вращающуюся систему, превосходящую по масштабу величине. Кант также был первым, кто принял во внимание влияние на их развитие пластичности небесных тел. В 1754 году он опубликовал в кенигсбергской газете, в качестве предисловия к своей будущей работе *"Естественная история"*, очерк действия приливного трения в системе Земля-Луна. Он ясно видел, что в прошлом это приводило к уменьшению вращения нашего спутника до его нынешней минимальной скорости, и что даже сейчас это очень медленно замедляет вращение земли. Этот блестящий прогноз оставался незамеченным почти столетие.

Однако утверждение о том, что космогония Канта была предвосхищающей "Метеоритную гипотезу", не имеет под собой оснований. Это верно только в том смысле, что его строительные материалы были порошкообразными, а не "текучими". Примитивная туманность Лапласа представляла собой связную массу. Он вращался как единое целое; он разделялся только при значительном напряжении; его разделенные части обладали индивидуальным единством — они держались вместе, так сказать, с целью концентрации. Элементарная материя Канта, напротив, представляла собой рыхлую совокупность независимых частиц, каждая из которых следовала своим путем, действительно, нарушаемая соседями, но по существу изолированная от них. Короче говоря, это были подлинные лукрецианские атомы, предназначенные для обозначения неприводимых минимумов Природы. Хаос, который они образовали, ни в коем случае не был "метеоритным нагромождением", если только эта фраза не будет лишена всякого особого значения. Метеориты, столь далекие от того, чтобы быть первичными единицами, имеют вид передовых космических продуктов. Они поднимают специальные вопросы химии, минералогии, геологии и физики, утверждая, что ими занимаются эксперты в каждой отрасли. На самом деле, прежде чем служить объяснительным целям, они сами нуждаются в разъяснении.

Лаплас изложил свою гипотезу в 1796 году и переиздал ее с дополнительными деталями в 1808 году. Тем временем Гершель установил обратное движение спутниковой системы Урана, обстоятельство, сильно подрывающее обоснованность принятой линии рассуждений; и все же ее автор был доволен тем, что оставил ее в опасности. Несомненно, он должен был сожалеть о том, что Природа сочла нужным нарушить замечательную симметрию, свидетельствующую о ее предполагаемом плане действий, протiwореча тем самым самым простым положениям доктрины вероятностей. Но он придерживался собственного мнения по этому вопросу, предпочитая, чтобы потомки обсудили его во всех подробностях; и потомки, во всяком случае, узнали, что кажущиеся капризы Природы часто более поучительны, чем ее самая гармоничная регулярность, и извлекли из ее частых нарушений преемственности предостережение от чрезмерного расширения, по-видимому, обоснованных выводов.

Тем не менее конструктивная схема, переданная с восемнадцатого по девятнадцатый век, до настоящего времени не была предана забвению тщеславия. Оно слишком глубоко соответствовало несомненным реалиям, чтобы от него можно было так просто избавиться. Никто из живущих в то время не изучал механизм солнечной системы так внимательно и не был так близко знаком с ее устройством, как Пьер Симон Лаплас. Никто лучше нас не знал,

насколько замечательными, но в то же время далекими от неизбежности, были изменения, с помощью которых была обеспечена его стабильность. Долгое размышление над их уравновешенностью и планом убедило его в том, что существующее сходство в расположении, должно быть, имело свой источник в сообществе происхождения. Таким образом, он приобрел твердое убеждение, что солнце породило его кортеж или было вместе с ним порождено из одной родительской массы. И эта практически новая истина (поскольку рассуждения Канта привлекли ничтожное внимание) была изложена им с прямой и ясностью, которые сразу же обеспечили ей место среди постоянных приобретений человеческого интеллекта. Возможно, немногие больше верят, что формирование планет шло точным курсом, установленным для него в *Системе Мира*, но еще меньше сомневается в том, что вся территория Солнечной системы когда-то была занята зачаточным солнцем и что составляющие его тела возникли случайно в связи с прогрессирующим сжатием этого солнца.

В пользу этой точки зрения Лаплас не мог привести никаких убедительных аргументов; она понравилась ему исключительно благодаря присущей ей вероятности. Неожиданное подтверждение этому, тем не менее, получила современная теорема о сохранении энергии, примененная Гельмгольцем с широко освещающим эффектом для решения проблемы сохранения солнечного тепла. Лаплас предположил чрезвычайно высокую начальную температуру. Это был единственный доступный ему путь, и он им воспользовался. Но запредельно горячую туманность нелегко представить; повышенное тепловое состояние кажется несовместимым с высокой степенью затухания, и, вероятно, так оно и есть. Ключ к разгадке был дан демонстрацией того, что диффузная масса, хотя и на самом деле холодная, может содержать огромные запасы потенциального тепла. Тогда не было необходимости постулировать примитивный "огненный туман"; отданной энергии позиции было вполне достаточно для удовлетворения требований данного случая. Температура туманности неизбежно повышалась по мере того, как она сжималась под действием гравитационного воздействия; сжатие и выделение тепла происходили одновременно; и, по всей вероятности, они продолжают вместе до сих пор. Наше существование частично или полностью зависит от коллапса Солнца. Если бы его частицы прекратили опускаться, их накал стал бы менее интенсивным, и жизнеспособность земли была бы серьезно подорвана.

Однако, поскольку их число конечно, запас энергии, который они могут обеспечить при падении даже с бесконечного расстояния, также конечен. Тогда процесс поддержания солнечной энергии можно прекратить; у него было начало, и он, несомненно, подойдет к концу. Теперь *конечная точка ad quiet* имеет поддающуюся расчету удаленность: она может быть обнаружена (если не сдвинута радиоактивными процессами) в определенные пределы времени. Но *конечный результат* зависит от слишком многих условий, чтобы быть удовлетворительно определенным факторно. Достоверно только то, что солнце сегодня немного более уплотнено, чем год назад. Возможно, несколько тысячелетий назад он был бы значительно больше, если бы в каменном веке были доступны современные микрометрические методы; в то время как, заглядывая в геологическое прошлое, мы различаем постоянно более размытый шар, заполнявший орбиту Меркурия, когда земля, возможно, была еще раскалена докрасна, затем последовательно увеличивающиеся сферы, достигающие до орбиты Нептуна и выходящие за ее пределы. И именно такое сильно рассеянное солнце создает туманность Лапласа. Соответственно, к положению вещей, которое он себе представлял, можно прийти, либо проследив вперед развитие разреженной вращающейся массы, либо проследив в обратном направлении несомненно указанное, непрерывное и неизбежное

расширение солнца. Следовательно, как только было признано, что энергия может быть преобразована, но не может быть уничтожена, космогония туманностей приобрела новый и авторитетный аспект.

Но здесь последние исследователи сделали *оговорку* — *оговорку*, которую не следует игнорировать, хотя и основанную на способах действий, которые все еще остаются чрезвычайно неясными. Радиоактивность - это молодая наука; ее возможности, хотя и огромны, обрисованы в общих чертах. До тех пор, пока они более полно не утвердят себя, было бы неразумно признавать выводы, которые они могут в конечном итоге привести в исполнение. Подрывные идеи витают в воздухе; теория атомной диссоциации проникает в самую суть вещей и настойчиво требует одобрения. Его подтверждение, раскрывающее наличие во вселенной неизмеримого запаса неожиданной энергии, опровергло бы все расчеты космического времени, которые предпринимались до сих пор, и могло бы на неопределенное время увеличить продолжительность излучения Солнца.

Г-н У. Э. Уилсон указал в 1903 г. [6], что вся его тепловая мощность может быть обеспечена самопроизвольным высвобождением энергии из 3,6 граммов радия в каждом кубическом метре его объема; и хотя у нас нет доказательств фактического существования радия на солнце, вероятность того, что хромосферный гелий представляет собой распад солнечных радиоактивных элементов [7] необходимо принимать во внимание. Почва здесь изрыта подводными камнями. Мы можем только видеть, что, хотя гравитационное обоснование долгой истории жизни Солнца Гельмгольцем остается верным, полученные из него результаты могут быть глубоко изменены согласованными процессами, по-разному эффективными в зависимости от обстоятельств, возможно, познаваемыми, но пока неизвестными.

Сфера применения небулярной гипотезы значительно расширилась к тому времени, когда Гельмгольц взял ее в руки. За пять лет до его обнародования в Париже Гершель дал в Слау первый намек на соответствующую схему звездной эволюции. Открытие туманной звезды в Созвездии Тельца (1514 г. н.э.) заставило его задуматься; и в результате своих размышлений он обнаружил, что оказался перед дилеммой: либо заключить, что ядро *ишевелюра* являются одинаковыми звездами, хотя состоят из звезд, сильно отличающихся по реальной величине, либо допустить, что звезда обладает объемным придатком, состоящим из своеобразной и неизвестной "светящейся жидкости". Он выбрал последнюю альтернативу, добавив многозначительное замечание: "Светящаяся жидкость может существовать независимо от звезд" и "кажется более подходящей для производства звезды по ее конденсации, чем зависеть от звезды в ее существовании". [8]

Таким образом, пробно и скорее под влиянием явлений, чем по преднамеренному выбору ее изобретателя, возникла универсальная теория происхождения звезд из туманностей. Гершель окончательно оформил его в 1811 и 1814 годах в формальный план интерпретации небесных явлений, но в широком и обобщенном виде. Он не предпринимал никаких попыток осознать особенности *способа действия*, который смутно понимался как предполагающий рост за счет поглощения или ассимиляции. Он и Лаплас продумывали свои отдельные схемы совершенно независимо друг от друга. Нет никаких свидетельств того, что они обменивались мнениями лично или по переписке, и, по-видимому, их взаимное влияние не было заметным. [9] Однако Лапласу в качестве исходного материала для его солнечной системы требовался именно "сияющий флюид", разработанный, можно сказать, Гершелем, частично благодаря открытиям

его телескопов, частично как результат его рассуждений о *шевельюре* звезды в Тельце. Галлей, это правда, с помощью проницательной интуиции предположил о составе туманностей из "прозрачной среды". Но эта бесполезная фраза застряла на страницах *Philosophical Transactions* и только в последнее время была пущена в ход в научной литературе.

Вплоть до конца восемнадцатого века построение мира было чисто спекулятивным предприятием. Ей не хватало актуальности; она была связана с операциями, которые считались принадлежащими исключительно прошлому порядку вещей, ныне завершённому и лежащему полностью за пределами опыта. Однако благодаря синтезу Гершеля эти смутно осознаваемые операции были представлены как по-разному протекающие даже сейчас в разных частях космоса, как зарождающиеся в одних регионах, далеко продвинувшиеся в других, мусор из мастерской здесь наполовину скрывает растущее здание, в то время как в других местах признаки упадка и истощения дают четкое представление о назначенном конце. И это грандиозное видение формирующейся вселенной не исчезло при критическом рассмотрении. Это не ткань мечты; оно не может раствориться в воздушном ничто; оно основано на прочном субстрате реальности. Неизмеримые целительской мудрости все еще выполнены лишь частично. Странной привилегией человечества стало созерцать со своего небольшого отрезка времени океанический поток своего развития. Таким образом, на рубеже веков мысль Лапласа была подхвачена и оживлена. Сам он едва ли ощущал их движение. Он очень несовершенно осознавал, если вообще осознавал, свои обязательства перед туманной звездой Гершеля. Его средства были неадекватны; поле его зрения узко; его знания, хотя и соответствовали знаниям его времени, не соответствовали тому, чего требовала его безграничная задача. В некоторых отношениях его методология была ошибочной; его прогнозы опроверглись; поведение, приписываемое им туманности, подобной той, которую он придумал, сомнительно, если вообще возможно. Но с инстинктом непревзойденного интеллекта он уловил "психологический момент" и, угадав генетический смысл гармонии конструкции, очевидный для восприятия, но трудный для интерпретации, он с виртуозной простотой изложил базовый план сооружения, которое, вероятно, сохранит свою существенную целостность, несмотря на бесчисленные дополнения и исправления.

СНОСКИ:

[3] Цитируется доктором Хасти в предисловии к его переводу "*Космогонии*" Канта, Глазго, 1900.

[4] *Об истоках мира*, 3^е изд., стр. 136.

[5] На это также указывал М. Фэй, *цит. по.*, стр. 150.

[6] *Природа*, 9 июля 1903г.

[7] Резерфорд, *Радиоактивность*, стр. 342.

[8] *Философские труды*, том. lxxxi., с. 85.

[9] Гершель познакомился с Лапласом во время визита в Париж в июле 1801 года, но то, что произошло между ними, не зафиксировано. Однако в шестом издании "*Изложения системы мира*" Лаплас сослался на наблюдения Гершеля за туманностями как на подтверждение его собственной генетической схемы.

ГЛАВА III

КРИТИКА НЕБУЛЯРНОЙ ГИПОТЕЗЫ

Теория Лапласа была совершенно определенной концепцией. В этом заключалось ее отличительное достоинство; в этом также заключалась ее особая восприимчивость к нападкам. Здесь речь шла не о конденсации вокруг ядер, возникающей по собственному усмотрению среди широких возможностей безграничного стихийного смешения; но об упорядоченной последовательности событий, ставших неизбежными благодаря неуклонному действию механических законов и гармонирующих в своем исходе с множеством установленных явлений, видимых в планетной системе. Соответственно, они перестали рассматриваться как произвольные или случайные; они стали связаны друг с другом в настоящем и с прошлым как совместные продукты одной великой схемы развития. Способ происхождения тел, демонстрирующих их, как утверждал его изобретатель, был объяснен просто и полностью для всех них; и, по крайней мере, нельзя было отрицать фундаментальные положения, изложенные им.

Очевидно, что согласованность движений планет не является результатом случайности; совершенно очевидно, что она представляет собой продолжение общего водоворота зачаточной массы, занимающей примитивно всю признанную сферу солнечного влияния. Двусмысленности возникают только тогда, когда начинают рассматриваться детали. Порождающая туманность, созданная Лапласом, была наделена огромным запасом тепла и медленным вращением; следовательно, охлаждение, сжатие и ускорение происходили *параллельно*, последнее как следствие механического закона, по которому алгебраическая сумма площадей, описываемых любым числом тел вокруг данной оси, умноженная на их несколько масс и спроецированная на единственную плоскость, остается постоянной до скончания времен. Другими словами, повторяя то, что было сказано несколькими страницами ранее, момент импульса скопления частиц не может ни увеличиваться, ни уменьшаться в результате их взаимного взаимодействия, каким бы разнообразным и длительным оно ни было.

Затем туманность ускорила свой бег, пока не была достигнута стадия, на которой центробежная скорость больше не могла контролироваться гравитацией; разделение стало неизбежным, и было оставлено экваториальное кольцо, которое с тех пор вращалось само по себе в течение периода, соответствующего неразделенной массе в эпоху ее отделения. Это был первый из многих последующих кризисов нестабильности, каждый из которых заканчивался отделением туманного кольца. Эти кольца, однако, рассматривались просто как переходные формы. Они сохранились, просто для наглядности, в системе Сатурна; в других местах они распались на фрагменты, которые в конечном итоге объединились в глобусы, а глобусы были планетами-зародышами. Действительно, в аргументации была одна заминка, которая не ускользнула от пронизательности французского геометра. Направление осевого движения, сообщаемого членам солнечной семьи, существенно зависело от относительных скоростей частиц материи, собранных вместе для их построения. Если бы внутренние участки самоформирующейся массы двигались быстрее, чем внешние, результирующее вращение должно было быть ретроградным; если бы оно было медленнее, последовало бы прямое вращение. Итак, в кольце, подобном

кольцу Сатурна, состоящему из дискретных частиц, линейная скорость непрерывно уменьшается наружу, причем каждая из мельчайших составляющих независимо подчиняется закону периодов и расстояний Кеплера. Такое образование, поскольку оно обязательно привело бы к появлению планет с обратным вращением, было бы непригодным для поставленной цели, и Лаплас соответственно заменил его кольцевым пространством, обладающим значительной степенью сцепления и способным вращаться, подобно твердому телу, за один период. Верно, что такое единодушное движение было несовместимо с другими постулируемыми условиями; но аномалия оставалась незамеченной более полувека.

Профессор Дарвин, кроме того, указал[10], что кольцо вещества, распределенное с любым приближением к однородности, должно концентрироваться, если вообще концентрируется, вокруг своего собственного центра тяжести. Соответственно, оно должно обрушиться на родительское тело и быть повторно поглощено им. Если его материалы заметно несимметричны и плохо сбалансированы, они, безусловно, могут скапливаться во внутренней точке, более или менее удаленной от центра; но ни в коем случае очаг конденсации не мог располагаться в какой-либо части кольцевой окружности, где он был расположен Лапласом.

Независимо от того, осуществимый он или нет, разработанный им генетический план был строго регламентированным; его этапы были отмечены с характерной точностью. И все же именно этой определенностью он стал заложником будущего. Он бросил вызов применению тестов, от которых могли бы уклониться более смутно очерченные проекты. Основным критерием его истинности было преобладание согласованного движения по всей солнечной области. Встречные течения были формально исключены; их возможность даже не рассматривалась. Следовательно, открытие ретроградных систем Урана и Нептуна категорически противоречило его претензиям на безоговорочное признание. С меньшей очевидностью, но равной уверенностью гипотеза Лапласа, строго интерпретируемая, предполагает следствие того, что каждая планета обращается за одинаковое время, затрачиваемое на вращение неделимой туманности, непосредственно перед тем, как нестабильность перешла в разделение. Соответственно, каждый из планетных периодов должен соответствовать определенному соотношению, предписанному неумолимым механическим законом, к фактическому периоду вращения Солнца. На самом деле, однако, рассматриваемые периоды намного короче, чем соответствует необходимости сохранения момента импульса системы от эпохи к эпохе. На это несоответствие почти полвека назад обратил внимание М. Бабинэ.[11] В марте 1861 года он показал, что осевое движение солнечной массы, когда она растягивается, заполняя сферу Нептуна, должно было быть, согласно закону площадей, настолько чрезмерно медленным, что для завершения одного оборота потребовалось бы более 27 000 столетий; в то время как период, даже когда уменьшающаяся туманность оказалась ограниченной земной орбитой, все еще должен был длиться более двух лет. затянулся на 3181 год. При таких обстоятельствах центробежная сила никогда бы не уравновесила центральное притяжение; никакие кольца не могли бы разделиться, и никакие планеты не могли бы образоваться.

Совсем недавно мистер Ф. Р. Моултон из Чикаго,[12] пересмотрел тему в ходе тщательного и откровенного обсуждения трудностей, с которыми сталкивается небулярная космогония, рассматриваемая с точки зрения современной науки, и он приходит по существу к тому же выводу. Его расчеты, хотя и основанные на данных, специально подобранных таким образом, чтобы не подвергать классическую теорию никаким сомнениям, совершенно ясно показали,

что момент импульса планетной системы-эмбриона должен был превышать ее нынешнее значение не менее чем в 213 раз, если бы, когда она простиралась на расстояние Нептуна, она вращалась в период, который сейчас называется периодом Нептуна. Но момент импульса - это константа. Течение миллионов лет не имеет для него значения; оно, подобно энергии, не подвержено "рассеянию"; оно не могло ни приобрести, ни потерять ценность с тех пор, как небо впервые покрылось "пятном от дыхания", предназначенным для конденсации в нашем солнце, которое, по крайней мере в этом отношении, должно было на каждой стадии своей последующей эволюции сохранять неизменность. С другой стороны, если бы это было так, его первобытное вращательное движение было бы слишком неторопливым, чтобы допустить возникновение приступов неустойчивости. Гравитация устойчиво сохраняла бы свое превосходство над силами, стремящимися к разрушению, до тех пор, пока туманность не сузилась бы до размеров, меньших, чем окружность сферы Меркурия, и ее разрушение в ту эпоху было бы слишком поздним для возникновения любой из сестринских сфер Земли. Эти результаты, правда, частично зависят от способа изменения плотности, приписываемого постепенно уменьшающейся туманности; но закон, принятый м-ром Моултоном, пользуется единодушным мнением авторитетных специалистов. Также его отклонение от точности — если оно неточно — не могло быть достаточным для объяснения огромных расхождений, которые выявили основанные на нем расчеты.

Гипотеза о туманностях далее предусматривает, что спутники должны вращаться медленнее, чем их основные спутники. Причина очевидна. В течение периодического времени отделения тела под действием центробежного ускорения скорость вращения первоначальной массы, если теория верна, сохраняется. Последующее сжатие имеет тенденцию ускорять, и очень сильно, вращение планеты, в то время как период спутника сохраняется неизменным как постоянный отчет о том, каким был совместный период. Это соотношение действительно может быть изменено под действием приливного трения, но более чем сомнительно, что оно когда-либо может быть обращено вспять. Таким образом, характерной чертой способа эволюции, описанного Лапласом, является то, что ни один месяц — если можно так его назвать — не может быть короче соответствующего дня. И этому правилу следуют почти во всех частях Солнечной системы. Тем не менее, в последнее время были замечены два его вопиющих нарушения, которые вряд ли можно объяснить дополнительными гипотезами. Первая установленная аномалия такого рода была обнаружена при быстром обращении Фобоса, внутреннего спутника Марса, который совершает три оборота и вступает в четвертый, в то время как планета, сопровождаемая им, совершает один оборот вокруг своей оси. Этот факт вызывает наибольшее недоумение, и уверенное убеждение в том, что солнечное приливное трение помогло бы устранить эту трудность, не оказалось достаточно обоснованным. Можно отметить, что солнечное приливное трение действует как внешняя сила на подчиненные системы, подверженные его влиянию. В пределах их пределов момент инерции может быть уничтожен этим; до сих пор это приводило к отмене закона сохранения; и, следовательно, было возможно предположение, что вращение Марса с течением веков значительно замедлилось из-за замедляющего эффекта приливов, вызванных солнцем. Но агентство было явно неадекватно поставленной перед ним задаче.

Уменьшение вращательного момента Марса примерно до одной двадцатой от его первоначальной величины[13] повлекло бы за собой другие последствия, по крайней мере,

одно из которых явно не наступило. На ранней стадии процесса Фобос должен был быть вновь поглощен массой своего первичного объекта.^[14] Потому что притяжение небольшой приливной волны, поднятой ею на поверхности этого тела, было бы обратным с того момента, когда баланс периодов под воздействием солнечного воздействия стал наклонен в направлении, противоположном тому, которое он принял бы естественным образом; и последующая потеря скорости, должно быть, повлекла за собой снижение маленького спутника по спиральной траектории к неизбежной гибели. Таким образом, его дальнейшее существование закрывает этот путь избавления от трудностей, вызванных краткостью его периода. М. Вольф прибегнул к другой объяснительной уловке.^[15] Он полагал, что Фобос, возможно, был обязан своим происхождением одному из "эллиптических выбросов" туманного вещества Роша, упавшему вниз из близких к полярным областям расширенного марсианского сфероида и вращающемуся, из-за своей низкой линейной скорости, в непосредственной близости от остывающей планеты. Объяснение, хотя и остроумное, слишком непонятно, чтобы быть удовлетворительным. Разум не в состоянии за него ухватиться; он уклоняется от четкого восприятия.

Система Сатурна демонстрирует случай того же рода, но еще более запутанный для спекулятивных предположений. Система колец Сатурна всегда привлекала мыслителей как поразительный объект -урок развития туманностей. Это сильно привлекло внимание Канта, и он обрисовал историю ее рождения в общих чертах, предвосхищающих те, которые Лаплас использовал для описания солнечной системы в целом. Сам Лаплас рассматривал это образование как единственный сохранившийся реликт кольцеобразной стадии планетообразования — как свидетельство из туманного прошлого о преходящем состоянии вещей в других местах. И все же свидетель опроверг показания Кинга и выдал всю ситуацию. Период существования самого внутреннего кольца Сатурна слишком мал, чтобы соответствовать требованиям теории. Поскольку его метеорные составляющие, которые, как известно по данным спектроскопии, вращаются каждый сам по себе, завершают свой кругооборот между пятью и шестью часами, в то время как планете требуется всего десять с половиной часов для ее осевого вращения. Более того, приливное трение здесь гораздо менее доступно, чем на Марсе; однако никакого другого замедляющего фактора изобретено не было. Тупик кажется окончательным и безнадежным.

Столь же серьезное и даже более фундаментальное возражение было выдвинуто Кирквудом в 1869 году. Туманный материал несконденсированного солнца, должно быть, с самого начала был чрезвычайно разреженным. Для сравнения, атмосферный воздух является плотным и массивным веществом. И все же ни один разумный человек не смог бы приписать воздушной материи хотя бы малейшую способность сопротивляться деформации. Мы прекрасно знаем, что вращающийся шар из воздуха и, *тем более*, шар из материи, в тысячи раз менее плотной, чем воздух, непрерывно распадался бы на поверхности с нарастающим ускорением. Нарушение и восстановление равновесия происходили бы практически одновременно. Не могло бы быть накопления внутреннего напряжения и, следовательно, никаких определенно разделенных эпох неустойчивости. При первом же побуждении, в первый момент, когда центробежная скорость взяла верх над гравитацией, туманные сгустки отделились бы, и их отделение продолжалось бы без перерыва. Космос был бы усеян обломками конденсирующейся туманности, и в результате образовалось бы огромное облако космической пыли, а не величественный массив вращающихся сфер.

Кроме того, возможность их появления из ранее существовавших кольцевых пространств ни в коем случае не гарантирована. Даже если бы туманный материал обладал невероятной связностью, необходимой для его разделения на объемные кольца с широкими промежуточными пустыми промежутками, их окончательная агломерация в планетарные шары, вероятно, никогда бы не была успешно завершена. Кирквуд давно сомневался в осуществимости этого процесса. мистер Моултон далеко продвинулся в демонстрации того, что он, должно быть, имел неудачный исход. Профессор Дарвин заявляет, что само его зарождение, если не считать совершенно особых условий, практически невозможно.

Другое серьезное возражение против схемы Лапласа основано на заметных отклонениях, видимых в солнечной системе, от соответствия фундаментальной плоскости движения. Если на них не действуют влияния, которые трудно представить или объяснить, все планеты должны обращаться вдоль уровня солнечного экватора и вращаться по осям, перпендикулярным к нему. Как далеко это от осознания в природе, нам достаточно оглянуться вокруг, чтобы понять. Сменой времен года мы обязаны наклонному вращению земли. Тем не менее, отнюдь не легко понять, почему полюс экватора оказывается в хвосте Малой Медведицы, в то время как полюс эклиптики находится в складках Дракона. Они должны были бы совпадать, если бы при создании и моделировании планет соблюдались простые правила расположения туманностей. Земное устройство также не является исключением. Экватор Сатурна и кольца Сатурна имеют еще больший наклон; в то время как в системах Урана и Нептуна — если мы можем таким образом интерпретировать их ретроградные обращения — угол превышает пределы квадранта. Эти и другие подобные несоответствия доказывают, что солнечный механизм возник с помощью более сложного метода, чем тот, который представлял Лаплас, и гипотеза, которая требует помощи множества вспомогательных устройств для своего выхода из накапливающихся затруднений, попадает, таким образом, под подозрение, что она не стоит того, чтобы ее выпутывать. Во всяком случае, это лишает всяких претензий на похвалу за прямоту и простоту.

Космогония, развернутая в Париже, таким образом, оказалась уязвимой по ряду пунктов; но все удары, направленные против нее, не возымели такого смертоносного эффекта, как только что упомянутые. Некоторые упали, не причинив вреда, или отвели взгляд в сторону. В частности, один враждебный аргумент, который какое-то время казался непреодолимым, был полностью опровергнут логикой фактов и заслуживает упоминания только как исторический курьез. К середине девятнадцатого века прогресс звездной астрономии, казалось, пошел в направлении доказательства того, что все туманности без разбора имеют звездный состав. С помощью великолепных отражателей лорда Росса многие такие объекты были действительно, а некоторые, кроме того, были обманчивы, преобразованы в звезды, иллюзорный эффект был подтвержден наблюдениями Бонда с помощью заслуженно знаменитого 15-дюймового рефрактора, недавно изготовленного Мерцем для Гарвардского колледжа. Отсюда был сделан поспешный вывод, что разрешение - это полностью вопрос оптической силы и что между царствами звезд и туманностей не существует реального различия. "Сияющая жидкость" Гершеля приобрела мифический вид; в моду вошли "вселенные-острова"; и все, кроме нескольких осторожных мыслителей, считали, что туманности и скопления следует различать просто по степени удаленности. Но если бы космос содержал только взрослые звезды и никаких звезд в процессе становления - ни звездных зародышей, ни звездной протоплазмы, — тогда воображаемая эволюционная история нашей системы повисла бы в воздухе, лишенная даже самой хрупкой опоры наблюдаемых фактов.

Из этого шаткого положения она была спасена, частично благодаря убедительным рассуждениям Уэвелла и Герберта Спенсера, окончательно и победоносно благодаря спектроскопическому открытию сэром Уильямом Хаггинсом космического газа "туманность". С августа 1864 года не было возможности отрицать, что небеса содержат достаточные запасы именно того материала, который искал Лаплас, хотя сыграло ли оно именно ту роль, которую он ему отводил, так, как он предполагал, - вопрос, на который следует отвечать с глубокой и растущей сдержанностью.

Возражение, выдвинутое в последнее время против теории туманностей с точки зрения кинетической доктрины газового строения, представляет большой спекулятивный интерес. Газообразная туманность, равная по массе солнцу и планетам и достаточно растянутая, чтобы заполнить орбиту Нептуна, была бы, если предположить, что распространенное мнение верно, подвержена быстрой утечке в космос своих более легких компонентов. Нам говорят, что количество водорода и гелия должно было безошибочно истощиться; однако на солнце двадцатого века нет недостатка ни в том, ни в другом. Следует признать, что их удержание в гипотетических условиях трудно объяснить. "Критическая скорость" на ограниченной поверхности предполагаемой туманности должна была составлять $4 \cdot 8$ миль в секунду. Это, по сути, на расстоянии Нептуна, параболическая скорость. Сама планета, если бы она могла достичь этого, разорвала бы узы, привязывающие ее к солнцу, и попыталась бы счастья под каким-нибудь другим лозунгом. Точно так же любая частица примитивной туманности, ускоренная таким образом, должна была стать неисправимым бродягой.

Итак, скорость молекул водорода при нуле по Цельсию составляет в среднем около $1 \cdot 1 / 6$ миль в секунду, но в крайнем случае достигает более семи миль. В таком случае водород не мог постоянно удерживаться солнечной туманностью, и выделение гелия происходило бы медленнее. И все же эти результаты, хотя и казались неизбежными, на самом деле не произошли, либо потому, что порождающее тело было устроено иначе, чем предполагалось, либо потому, что были задействованы противоположные влияния. Например, вполне возможно, что динамическое состояние газов может быть существенно изменено в результате разрежения, доведенного до степени, выходящей за рамки экспериментальных исследований. Прогресс науки дает множество предостережений против неявного доверия правилу непрерывности. Кривые изменений редко сохраняют неопределенно однородный характер. Их неисследованные участки могут включать совершенно неожиданные особенности изгиба, и такая возможность серьезно подрывает уверенность в выводах, основанных на "экстраполяции". Таким образом, присутствие водорода и гелия в нашей системе нельзя причислить к фактам, бесспорно противоречащим гипотезе о туманностях.

Согласованный прогресс математической астрономии в течение восемнадцатого века осуществлялся с уверенным спокойствием несокрушимой силы. Одно за другим препятствия, преграждавшие ему путь, рушились перед повторяющимися и умелыми атаками, непрерывная последовательность которых придает определенное ликующее сходство истории героической эпохи анализа. *Мексиканская селеста* засвидетельствовала "победу по всей линии". Насколько знал Лаплас, больше не было миров, которые нужно было завоевывать; господство закона тяготения было прочно установлено во всех солнечных владениях; угроза восстаний была подавлена; аномалии устранены; никакие существующие наблюдения больше не нарушали совершенной гармонии между тем, что было, и тем, что было предсказано. Природа на данный момент с готовностью подчинилась оковам, наложенным на нее человеческой

мыслью; ее хитросплетения, по-видимому, перестали поддаваться разгадке; ее методы действия выглядели простыми и понятными. Какими они считались в настоящем, такими они могли быть и в прошлом; и было непреодолимо искушение прибегнуть к ретроспективным рассуждениям, выводя начальные условия из разработанного продукта, открытого для изучения.

Это была эпоха безапелляционных обновлений. Формула равенства обещала возродить общество; политическая панацея была найдена путем создания "единой и неделимой" республики; и успех гильотины в обеспечении своего господства был почти превзойден триумфами математического анализа в отстаивании беспрепятственного господства гравитации.

Человечество начало новую жизнь; наука должна поступить так же. Жизнерадостный дух обновленного мира вдохновлял все формы человеческих усилий. Он давно испарился. Жизнерадостные надежды столетней давности рухнули; будущее цивилизации выглядит туманным, а ее неопределенность ставит под угрозу будущее знаний. Но мы, во всяком случае, больше не тешим себя мыслью, что тот, кто бежит, может разгадать тайны вселенной. На убедительном опыте мы узнали, насколько сильно и насколько разнообразно "утонченность природы превосходит утонченность чувств и интеллекта"; мы отчетливо осознаем, что не существует единого и простого рецепта для "космизации" хаоса.

То, что придумал Лаплас, перестало быть удовлетворительным. Его простота, на первый взгляд такая соблазнительная, ставит его в невыгодное положение по сравнению со сложностью эффектов, для получения которых он был разработан. Отношения, требующие объяснения, множились по мере прогресса исследований. Геометры восемнадцатого века уделяли внимание только вопросам динамического порядка, и даже они стали непокорными; в то время как вопросы физического и химического характера оказались совершенно неуправляемыми. Действительно, стало совершенно ясно, что серия операций, описанных Лапласом, едва ли могла быть выполнена при самых благоприятных обстоятельствах, а в разреженной туманной среде была бы совершенно невозможна. Таким образом, небулярная космогония не устояла "вчетвером перед всеми ветрами, которые дули".

Его башни и зубчатые стены рухнули под шквалами враждебной критики. Он сохранился только как развалина, его отличительные черты стерты, хотя на башне все еще развевается старый флаг. В следующей главе мы попытаемся сделать обзор работ, начатых для его реконструкции.

СНОСКИ:

[10] Обращение Президента к Британской ассоциации, Йоханнесбург, 30 августа 1905г.

[11] *Comptes Rendus*, том ii., стр. 481.

[12] *Астрофизический журнал*, том xi., стр. 103.

[13] Моултон, *Астрофизический журнал*, том xi., стр. 110.

[14] Нолан, *Природа*, том. xxxiv., стр. 287.

[15] *Астрономический бюллетень*, том ii., стр. 223.

ГЛАВА IV

ГИПОТЕЗА О ТУМАННОСТЯХ МЕНЯЛАСЬ И СОВЕРШЕНСТВОВАЛАСЬ

"Реставрации" часто заходят очень далеко. Вещи могут быть улучшены до неузнаваемости, нет, вообще исчезнуть. Так случилось и с небулярной гипотезой. *Stat nominis umbra*. Название сохранилось, но с бесконечно разнообразными коннотациями. Многие вариации, обыгрываемые на основе оригинальной темы, едва напоминают о ней. Преобладает полная свобода трактовки. Строгие и простые линии эволюции, установленные Лапласом, стерты или затоплены. Некоторые из схем, предложенных современными космогонистами, по сути, являются возвратом к *Естественной истории небес* Канта; в других вновь появляются давно отброшенные и презираемые картезианские вихри с оттенком виртуальной новизны; также нет недостатка в теориях или спекуляциях, напоминающих даже о кометных ударах Бюффона. Более того, вошла в моду вводящая в заблуждение мода заключать Канта в скобки с Лапласом как соавтора величественного и упорядоченного плана роста, обычно называемого "небулярной гипотезой". Это было и остается источником большой вредной путаницы. За исключением одной фундаментальной идеи — и это ни в коем случае не их исключительное свойство — приписывания планетной системе единства происхождения, эволюционные методы Канта и Лапласа имели мало общего. Их постулаты были очень далеки от идентичности; они использовали радикально разные виды "мирового вещества"; и "мировое вещество" в каждом случае подвергалось совершенно разным процессам.

Однако часто молчаливо предполагается, что защита или обновление одной схемы означает реабилитацию другой. Под покровом поддерживаемой таким образом интеллектуальной расплывчатости действительно замечен обратный ход мысли к точке зрения кенигсбергского философа. Это рекомендуется не столько из-за благоприятного вердикта науки, сколько из-за широкой свободы взгляда, которую это предоставляет. Императивно-руководство Лапласа, поначалу успокаивающее, привело к последующим восстаниям. Но Кант в высшей степени сговорчив; можно широко отклоняться от его концепций, окончательно не сходя с них; они достаточно емки и неопределенны, чтобы сочетаться с большой новизной как воображения, так и опыта, и, следовательно, легко поддаются меняющимся требованиям прогресса.

Примечательная попытка реконструировать гипотезу Лапласа, не опровергая ее, была предпринята в 1873 году покойным Эдуардом Рошем из Монпелье. Этот замечательный человек жил и умер провинциалом. Лишь немногие рассеянные студенты из первых рук познакомились с его работами; его слава, всегда тусклая, теперь уже начинает казаться отдаленной. И все же двадцать лет назад он все еще читал лекции в лицее своего родного города. Воды забвения стали, возможно, более мутными, чем когда-либо. Во всяком случае, о Роше из Монпелье помнят лишь смутно, и то со стороны специально образованной части публики, поскольку он установил предел, в пределах которого спутник не может вращаться без изменений.^[16] Находясь ближе к правящей планете, чем $2 \cdot 44$ от ее среднего радиуса, она не могла — исключая невероятные условия плотности — сохранять по существу шаровидный статус под разрушительным воздействием приливных сил. Фактически, все луны, обнаруженные к настоящему времени в Солнечной системе, обращаются за пределами "предела Роша"; и

кольца Сатурна, которые лежат внутри него, обязаны этому обстоятельству, можно с полным основанием утверждать, своим измельченным состоянием. Соответственно, профессор Дарвин считает, что сведения об этом состоянии относятся к 1848 году, когда компания Roche опубликовала закон, включающий его в качестве следствия.^[17]

Рош был предшественником Пуанкаре и Дарвина в тех глубоких исследованиях фигур равновесия вращающихся текучих тел, которые открыли новые пути и раскрыли неиспытанные возможности эволюционной астрономии. Более того, его исследования происхождения солнечной системы^[18] подтвердили первостепенную важность позиции Лапласа. Он был, пожалуй, его самым эффективным и своевременным защитником; он пришел на помощь как раз тогда, когда его безопасность была серьезно поставлена под угрозу, заделал его бреши и возвел искусно построенные внешние сооружения. Исходя из тех же посылок, он пришел практически к тем же выводам, что и Лаплас, однако искусно видоизменив их, чтобы избежать некоторых возражений и временно заставить замолчать менее упрямых придирщиков. Действительно, опровергнуть его результаты было почти так же трудно, как и достичь их. К ним пришли кропотливо, законно, путем длительных аналитических операций; и рассуждения сохраняют полную достоверность, даже несмотря на то, что исходные условия, из которых они исходили, теперь носят оттенок нереальности. Таким образом, изобретение *эллиптических тренировок* не только с пользой разрешило спорную ситуацию, но и до сих пор остается дополнительным дополнением к космическим процессам. Несомненно, полярное кольцо, возможно, сыграло свою роль в формировании планет; такую возможность нельзя отрицать.

"Эллипсоидальные шлейфы", исследованные в Монпелье, представляли собой огромные слои туманности, отделившиеся от полярных областей примитивного сфероида, которые, принося с собой низкую скорость вращения, характерную для данной ситуации, имели тенденцию, некоторые из них образовывать внутренние экваториальные кольца, другие - сливаться с центральной массой. Но их включение должно было иметь своим следствием — поскольку "закон площадей" нерушим — ускорение углового вращения по всей туманности. Можно пояснить, что "закон площадей" — это всего лишь краткое название "закона сохранения момента импульса", который предписывает, как мы знаем, что общая сумма площадей, описанных за данное время на данной плоскости элементами или составляющими частицами вращающейся системы, умноженная на их несколько масс, остается постоянной при всех мыслимых обстоятельствах перестановки или взаимного возмущения. Следовательно, приближение к центру, поскольку это сужает круг, должно увеличить скорость вращения. Если короткая леска должна проноситься по тому же пространству, что и леска большей длины, то ее движущийся конец должен пропорционально ускорять свой темп. Соответственно, поглощение зародышевым солнцем одного из "эллиптических поездов" Роша вызвало бы немедленное сокращение периода обращения как ядра, так и атмосферы, усиление центробежной силы, вызывающее внезапную нестабильность, и, как следствие, разделение экваториального кольца.

Этим тонко продуманным приемом Рош пытался объяснить трудность, связанную с большими интервалами между планетами. Поскольку они возникли, по его мнению, не в результате обычного процесса конденсации, а в результате осложнений, возникающих внезапно и в исключительных случаях. То, что он назвал "пределной поверхностью" туманности, также может быть описано как атмосферный предел. Она соответствует максимально широкому распространению истинной атмосферы. Ее границы зафиксированы на расстоянии, за

пределами которого спутник мог бы свободно обращаться в осевой период своей первичной орбиты. Теперь ограничивающая поверхность, если бы сжатие продолжалось равномерно, должна была бы непрерывно отступать по мере того, как ускорялось осевое движение, и ее отступление сопровождалось бы выделением тонких ручейков избыточного вещества. Но с появлением "эллиптических поездов" стабильность, искусственно поддерживаемая (так сказать) на протяжении длительных периодов времени, была нарушена только катастрофическими натисками с плеч туманного сфероида, когда при быстром сокращении осевого периода ограничивающая поверхность так же быстро сжалась внутрь, и осталось незапятнанное и самодостаточное тонкое кольцо, которому суждено было слиться в планету. Исключительное и необъяснимое счастье анализа Роша заключалось в установленной им симметрии временных соотношений. Последовательные рождения его планет следовали друг за другом с равными интервалами. Таким образом, своего рода перевод закона расстояний Бодэ (распространенный им на спутниковые системы) в терминах небулярной гипотезы оказался осуществимым.^[19]

Эта гипотеза в ее первоначальной форме, как объяснялось в предыдущей главе, приводила к появлению планет с ретроградным вращением, то есть вращающихся в смысле, противоположном их обращению. С целью устранения аномалии Кирквуд в 1864 году,^[20] обратился к солнечному приливному трению, и за ним, несомненно независимо, последовали Рош и переводчик Роша, К. Вольф из Парижа. Они отметили, что возражения против любого конкретного способа формирования планет на том основании, что его результатом должно было стать обратное осевое движение, утратили свою силу, учитывая, что солнечное приливное трение помогло бы устранить несоответствие. Ибо его замедляющее действие прекратилось бы только тогда, когда была бы достигнута синхронность с периодом обращения, то есть когда планета вращалась бы по своей орбите, как, по—видимому, вращается Меркурий, всегда поворачиваясь одной и той же стороной внутрь; и тогда уже началось бы прямое вращение, и, ускоряясь из-за сжатия, оно постоянно сохраняло бы направление, заданное ему трением приливов, поднимаемых солнцем. Определенную правдоподобность этой точке зрения придает тот факт, что единственные две ретроградные планетные системы расположены полностью за пределами возможного диапазона любого такого способа влияния и, соответственно, можно предположить, что они сохранили неизменным свой первобытный способ обращения.

Покойный М. Фэй был менее верен традициям, чем ученый из Монпелье. Появление в 1884 году его работы *"Об истоках мира"* дало сигнал к возобновлению деятельности и большей вольности в космологических спекуляциях. Консервативных мнений по этому вопросу сейчас придерживаются редко; большинство из них окончательно вышли из старой колеи; исследование становится все более индивидуальным и менее ограниченным традицией. Реформа Фэй, однако, не носила откровенно революционного характера. Он не полностью изучил работу своего великого предшественника в качестве предварительной разработки своего собственного, более совершенного плана. Тем не менее, его исправления были очень глубокими.

Туманность Лапласа имела газообразную консистенцию и находилась в истинно атмосферном отношении к центральному сгущению, то есть ее слои притягивались друг к другу; они подвергались гидростатическому давлению. Фэй распорядилась иначе. Туманная матрица, которую он постулировал, представляла собой обширное скопление независимо движущихся частиц, образующих систему, управляемую единым периодом, в течение которого и гравитация,

и скорость увеличивались прямо пропорционально расстоянию от центра. Итак, глобусы, сформированные методом кольцевания (допуская его практичность) из подготовленных таким образом материалов, должны были бы обладать, *ab initio*, прямым вращением; их осевое вращение было бы в том же смысле, что и их орбитальная циркуляция. И это было то, что рекомендовало Фэй принять метеоритную структуру для зарождающейся солнечной системы. Но простой закон силы, регулирующий это поначалу, постепенно претерпел бы существенные изменения. Принцип обратных квадратов, знакомый нам долгими привычками мышления, начал бы вытеснять его, как только можно было бы сказать, что солнце, собственно так называемое, существует. Ретроградные планеты, Уран и Нептун, однако, по предположению Фэй, должны были сформироваться по современному режиму; они сформировались впоследствии Земли и всех остальных ее сестринских орбит. Это неожиданное изменение признанного порядка планетарного возраста повлекло за собой дальнейшее следствие того, что породовые отпрыски Солнца - так парадоксально их называть — должно быть, приблизились к нему по мере развития его притягательной силы, и только Уран и Нептун из всего кортежа сохранили первоначальный размах своих орбит.

Схема Фэя, если и не отвечала всем трудным требованиям проблемы, с которой он столкнулся, то, во всяком случае, очень убедительно иллюстрировала многообразие путей, по которым эволюция туманностей могла продвигаться к своей цели. Выбранный конкретный вариант, конечно, не был лишен препятствий. Озабоченный устранением из гипотезы Лапласа недостатка, связанного с вращением планет, мсье Фэй отказался от ее главного достоинства - объяснения расслоения вещества ростом центробежной силы. Он не привел достаточных оснований, и ни одно из них не могло быть приведено, почему преобразованная туманность должна была разделиться на кольца.[21] Процесс подразумевает определенные и особые условия; это свидетельствует о ритмично действующей причине. Лаплас ввел такую причину в действие. Фэй отменил ее, и его аннулирование, соответственно, носит фиктивный характер. Действительно, кольцевая структура обычно видна в туманностях, но возникает очень сложный вопрос - предполагать, что шпиль туманностей имеют что-то общее с планетообразующими кольцами.

О них, вероятно, никогда бы не услышали, если бы не пример с Сатурном. Шаблон легко копируется; идея, которая кажется практически осуществимой, вызывает соблазн перенять; демонстрация принципа *solvitur ambulando* не может не оказаться убедительной. Но как, если кольца невозможно превратить в шары? И сложность преобразования становится тем более очевидной, чем четче мы пытаемся осознать его детали. Обращенный вспять по направлению, он мог бы лучше найти свое место в порядке вещей Природы. "Анализ, по-видимому, указывает, - писал Кирквуд в 1884 году,[22], - что планеты и кометы образовались не из колец, а из колец планет и комет". Этот метод возможен не только теоретически; он также ярко иллюстрируется фактами. Можно наблюдать, как метеоритные рои десятилетие за десятилетием рассеиваются под рассеивающим влиянием солнца и планет и безошибочно проявляют тенденцию к более или менее равномерному распределению по всему кругу своих орбит. Их продвижение направлено не на сгущение, а на дезагрегирование; и они продвигаются к нему с удивительной быстротой.

Теория Фэй была искажена еще более вопиющим несоответствием. Ничто в планетарной экономике не кажется более очевидным, чем то, что зона астероидов отмечает разделение между двумя сильно отличающимися состояниями солнечной туманности. Это видимое место

остановки. Одна серия событий подошла к концу, и была интерлюдия перед началом следующей. Во время этого перерыва, во время частичной приостановки деятельности, последовавшей за производством "Аякса" среди планет, было запущено множество планетоидов, чтобы заполнить пустое пространство. Здесь, если вообще где-либо, Природа сменила тактику и попробовала новый метод. Таким образом, перенос сцены перемен Фэй в транссатурнианские регионы, как справедливо заметил М. Вольф, является неестественным и подрывает авторитет плана, для которого это устройство необходимо.

С другой стороны, его достоинство заключалось в том, что он был достаточно эластичным, чтобы включать в себя большое кометное семейство. Кант также, хотя и неудовлетворительным образом, освободил для них место; но у Лапласа не было иного выбора, кроме как рассматривать их как случайных пришельцев из космоса, признание которых уроженцами его хорошо упорядоченных владений привело бы к нарушению всех его гармоничных правил. Современные исследования, однако, решительно доказывают, что кометы не являются такими случайными посетителями, как предполагал Лаплас, а имеют то же происхождение — каким бы отдаленным оно ни было — с планетами и обладают той же преданностью. Дрейфуя вместе с солнцем, они составляют часть его сопровождения в долгом, безвозвратном путешествии, в которое оно отправляется, и не могут, за исключением случайных потрясений, быть окончательно вынуждены расстаться с его компанией. Таким образом, проблемы планетарного и кометного происхождения неразделимы; эти два класса тел являются согражданами одного царства. Кометы становятся космополитичными странниками от звезды к звезде только по принуждению.

Был еще один мотив и подобие оправдания реформы Фэй гипотезы о туманностях. Открытие сохранения энергии, как мы видели, весьма удачно дополнило механику конденсирующейся туманности, удовлетворительно разрешив загадку солнечного излучения. Таким образом, в 1871 году Гельмгольц смог обрисовать космическое развитие как, по своей сути, термодинамический процесс величайшего масштаба. И все же заключенный союз, каким бы плодотворным и укрепляющим он ни был, сопровождался затруднениями. Теперь приходилось считаться со временем. В космогониях Канта, Гершеля и Лапласа учет эонов был неограниченным. Поскольку скорость изменений была неопределенной, им могло быть разрешено истекать *неограниченно*. Но когда стали определять движущую силу, все было иначе. "Сохранение силы" подразумевает измеримость силы. Эквивалентность не может быть установлена там, где границы не поддаются определению. Соответственно, знание об источнике солнечного тепла принесло с собой уверенность в том, что этот источник ни в каком случае не был неисчерпаемым. Запас энергии, ставший доступным в результате сжатия от примитивно рассеянного до нынешнего компактного состояния, был огромен, но не безграничен. Затем на космогонистов легла задача доказать его достаточность или устранить его недостатки.

Проблема носит как ретроспективный, так и перспективный характер. Мы оглядываемся назад, на рождение солнца, мы с нетерпением ожидаем его заката; и каждое событие должно, по возможности, быть локализовано в нашей временной шкале. Гельмгольц определил сроки в двадцать два миллиона лет в прошлом и семнадцать миллионов в будущем для сияния нашего светила с его реальной интенсивностью. Геологи и биологи, однако, требовали гораздо более продолжительного досуга для изучения последовательности явлений на этом земном шаре, и усилия физиков удовлетворить их требования едва помогли смягчить их, не устранив

несоответствие. Тогда М. Фэй пришел на помощь. Его предположение о том, что земля приняла отдельную форму, когда солнце еще было туманным, было разработано для удовлетворения требований тех, кому требовалось все, кроме вечности, для медленного накопления специфических различий бесконечно малых вариаций. Таким образом, Солнцу был дан старт; подготовка к жизнедеятельности на нашей планете шла задолго до того, как начались щедрые расходы на излучение, призванные способствовать ее развитию. Земля, по сути, готовилась к своей судьбе в преддверии эпохи, когда время начало отсчитываться от солнца.

На этом предполагаемом отношении приоритета, действительно, нельзя настаивать; предполагалось, что оно спасет трудную ситуацию, и намекает на более или менее академический замысел. Тем не менее, это средство было значительным с точки зрения эффекта внедрения в современную мысль принципа сохранения энергии. Это придало определенность и своего рода солидность спекуляциям, расширив основу, на которой они были основаны. В то же время это потребовало корректировки требований различных наук и выявило очевидные несоответствия, которые могли быть устранены только длительными исследованиями широкого масштаба и сложных аспектов. Короче говоря, современная космогония, располагая расширенными средствами, должна отвечать множасьимся требованиям. Тем не менее, совсем недавно некоторые авторитетные представители геологической и биологической науки проявили удовлетворительную склонность "ускорять свои явления", совершенно независимо от недостаточного возраста солнца.^[23] Соответственно, ни одна из сторон больше не настаивает на непримиримых претензиях прошлого, и компромисс стал легко возможен.

Теория планетной эволюции, отмеченная некоторыми новыми чертами, была умело изложена М. дю Лигондесом в 1897 году.^[24] Разработанный для улучшения за счет упрощения плана Фэй, он свел постулаты к минимуму и оставил максимально свободную игру "исходной неопределенности".^[25] Мир эмбрионов М. дю Лигондеса был бурным скоплением частиц, движущихся так или иначе. Их столкновения, однако, не были и не могли полностью уравновесить друг друга, и неравенства, каким бы незначительным оно ни было, было достаточно, чтобы обеспечить основу для гармоничного роста. Движение стало упорядочиваться в результате столкновений; встречные потоки скоростей постепенно устранялись; и частицы, движущиеся эксцентричными или ретроградными курсами, рано или поздно останавливаясь, падали к центру и скапливались на солнце, в то время как остатки, которые двигались в преобладающем направлении по круговым траекториям, в конечном итоге образовали планеты. Они образовались не случайно, а посредством зон максимальной плотности, из-за изменений силы тяжести внутри диска, к которому в конце концов коллапсировал примитивный сфероид; и каждая из них, по мере того как она приобретала форму, становилась источником возмущающего воздействия на своих впоследствии развитых соседей, благодаря чему наклонения их орбитальных плоскостей и осей вращения различными способами изменялись. Планетарные зоны также сжимались по мере продвижения конденсации, так что созревшие планеты занимали положения гораздо ближе к солнцу, чем те, которые были назначены для их зачаточных материалов. Короче говоря, примененный способ работы с похвальной готовностью приспособился к разнообразию природы.

Сэр Роберт Болл согласен с М. дю Лигондесом в том, что касается происхождения Солнечной системы, главным образом, в ее механическом аспекте. Подобно Гельмгольцу и Фэй, он выбирает для работы порошкообразные материалы; его туманность - "белая туманность". Но,

оглядываясь еще дальше назад, он различает в качестве ее родителя неправильную "зеленую" туманность, беспорядочные движения которой в результате столкновений выстраиваются в определенный порядок, она медленно сплющивается в "плоскость максимальных площадей" — фундаментальная плоскость, которой соответствует все больше и больше по мере того, как энергия системы неизбежно расходуется впустую. Он отказывается от хлопотного процесса аннулирования и запускает свои планеты практически по методу Канта случайной ядерной конденсации.^[26] Спиральная структура, более того, была бы придана всей туманности постепенным распространением наружу центрального ускорения из-за сжатия.

Но сократилось бы оно? Предположительно, оно достигло стадии приблизительного единодушия в движении. Большая часть составляющих его тел вращалась в одном направлении, почти в одной плоскости и, предположительно, по орбитам, не сильно отклоняющимся от кругообразности. Тогда их совокупное состояние можно было бы рассматривать как постоянное и стабильное. Центральная масса, соответственно, больше не питалась бы за счет поглощения частиц, остановленных их взаимными ударами; движение было бы беспрепятственным, и тепло не могло бы выделяться; и воображаемое превращение дискообразного метеорного образования в солнце и планеты не осуществилось бы.

Что же тогда, мы можем спросить себя, является результатом этих различных усилий по реконструкции? Они, несомненно, устанавливают нерушимое единство солнечного мира; а солнечный мир следует понимать как охватывающий кометы и кометные метеориты. Аргументы в пользу этого единства приобрели огромную убедительность благодаря современным открытиям. Ибо те, которые зависят от структурных совпадений и гармонии движения, были подкреплены другими, совершенно иного характера, представленными доктриной сохранения энергии и учениями спектрального анализа. Солнце горячее, потому что в древности оно было расширено; энергия положения, ранее принадлежавшая его частицам, бесспорно, обеспечивала большую часть, если не всю сумму, его теперешней тепловой энергии, и это равносильно утверждению, что сфера бесконечно больших размеров когда-то была заполнена нашей зачаточной системой. Вывод о том, что она возникла из неразделенного целого путем постепенной дифференциации его частей, дополнительно подтверждается идентичностью солнечной и земной химии. Таким образом, утверждается, что Земля когда-то была неотъемлемой частью вещества Солнца, и то, что верно для земли, не менее верно и для ее сестринских планет.

Относительно способа космических изменений, тем не менее, единого мнения нет. Фэй предпринял заслуживающую внимания попытку разработать процесс, который мог бы выдержать современные испытания на осуществимость, однако его теория была практически разорвана на куски негативной критикой. М. дю Лигондес избежал некоторых, но не всех возражений, которые оказались фатальными для его предшественника. Все согласны с тем, что вначале существовала солнечная туманность; но была ли она газообразной или порошкообразной, светила ли прерывистым или непрерывным светом, как она упорядочилась и организовалась, как она собиралась в сферы, оставляя прозрачными широкие промежутки, самые мудрые затрудняются решить.

На основании своего тщательного изучения предмета м-р Моултон приходит к выводу, что "солнечная туманность была неоднородной до степени, которая ранее не рассматривалась как вероятная, и что она, возможно, находилась в состоянии", напоминающем то, которое показано

на недавних фотографиях спиральных туманностей.[27] Но, даже если все факты не согласуются с этой заманчивой аналогией, вряд ли есть основания не соглашаться с его высказанным мнением о том, что "гипотеза Лапласа верна лишь частично и что мы еще не знаем точного способа развития солнечной системы".

СНОСКИ:

[16] *Mémoires de l'Académie de Montpellier*, tom. i.

[17] *Приливы*, стр. 327.

[18] *Воспоминания Академии Монпелье*, том. viii.

[19] С. Вольф, *Астрономический бюллетень*, том i., стр. 596.

[20] *Американский научный журнал*, том. xxxviii., стр. 3.

[21] Г. Х. Дарвин, *Природа*, том. xxxi., стр. 506.

[22] *Труды Американского философского общества*, том. xxii., стр. 109.

[23] Де Фриз, *Теория мутаций*, Bd. II., стр. 714.

[24] *Формирование мексиканской системы мира*. См. также "*Проблема солнца*", аббата Т. Море, стр. 63 и далее.

[25] *Журнал "Научные вопросы"*, январь 1904г.

[26] *Начало Земли*, стр. 247.

[27] *Астрофизический журнал*, том xi., стр. 130.

ГЛАВА V

ПРИЛИВНОЕ ТРЕНИЕ КАК ФАКТОР В КОСМОГОНИИ

Эффекты приливного трения имеют почти бесконечную сложность. Как это будет действовать в каждом конкретном случае, нельзя предсказать сразу; это вопрос детального изучения. Необходимо принимать во внимание взаимно противоположные влияния, и нелегко найти баланс. Способ его наклона может, действительно, часто зависеть от качеств и отношений соответствующих тел, которые лежат за пределами того, что может быть отчетливо установлено. Таким образом, все, на что можно надеяться, - это прийти к оценкам, которые не вводят в заблуждение своей кажущейся точностью и в то же время не настолько расплывчаты, чтобы быть совершенно неструктурными, относительно роли приливных сил в формировании истории соединенных планет.

Предположение, что они притягивают друг друга, как если бы масса каждого из них была собрана в его центре, является одной из тех удобных фикций, без которых продвижение науки было бы затруднено запутанными зарослями иллюзорных уточнений и излишних разработок. Вымысел соответствовал бы факту только в том случае, если бы глобусы были действительно сферическими, а они могли быть действительно сферическими только в том случае, если были идеально жесткими. Однако космические тела — как солнца, так и планеты — на самом деле представляют собой пластичные сфероиды; их, конечно, можно без видимой ошибки рассматривать как точки притяжения, когда их расстояния очень велики по сравнению с их диаметрами; но при более близком приближении возникает неравенство действий. Составные части тяготеющих масс реагируют, каждая индивидуально и в некоторой степени независимо, на оказываемое на них постепенное притяжение, и приливные напряжения начинают по-разному проявляться.

Их историческое значение было частично разгадано Кантом. Его проникновение в столь непостижимую тайну поистине поразительно. Испытывающий трудности молодой педагог из отдаленной прусской провинции, глубоко образованный, хотя и не более чем наполовину сведущий в технических знаниях, интуитивно увидел то, что ускользнуло от проницательности всех великих геометров восемнадцатого века, а именно, что луна постоянно обращена к земле одной стороной, потому что ее первоначальное вращение было остановлено трением поднятых земель приливов. Кроме того, он понял, что ответное действие того же рода должно воздействовать на землю и будет продолжать воздействовать на нее до тех пор, пока день не совпадет по продолжительности с месяцем. Он также не преминул указать, что в расплавленном состоянии шаров этот процесс будет продвигаться со сравнительной быстротой. Итак, одному мыслителю-одиночке стало очевидно уже в 1754 году, [28], что океанические приливы в космогонии имеют ничтожно малое значение по сравнению с физическими приливами.

В природе нет вещества, которое не меняло бы свою форму при длительном напряжении, и тем охотнее, чем ближе оно приближается к жидкому состоянию. Скопление вод на поверхности Земли по приказу Луны, таким образом, является дифференциальным эффектом. Континенты поднимаются и опускаются так же, как океаны, хотя и не в одинаковой степени. Измеримый уровень воды служит для оценки относительной подвижности твердого шара и его жидкой оболочки. Если бы первое вообще не поддавалось притяжению, которому с такой готовностью подчиняется второе, приливы и отливы были бы больше, чем они есть на самом деле, примерно в соотношении три к двум, что указывает на эффективную жесткость земли, по крайней мере равную жесткости стали. [29] Если бы не было различий в жесткости между различными частями нашего террактного мира, приливы и отливы не были бы заметны. Океан и дно океана поднимались и опускались бы вместе и в одинаковой степени. В далеком прошлом *не было* никаких расхождений. Вязкая земля в целом приняла форму, на мгновение запечатлевшуюся на ней под действием неодинакового притяжения солнца и Луны на ее различных удаленных участках, в результате чего год, месяц и день были приведены в соотношение, настолько знакомое, что казалось неизбежным.

Приливное трение действует не просто как контроль скорости вращения. Один элемент движения в системе не может быть изменен без некоторого обратного изменения в других. Они соединены друг с другом подобно цепочке зубчатых колес. Из принципа сохранения момента импульса мы с уверенностью знаем, что потеря в одном направлении должна быть

компенсирована выигрышем в каком-то другом. Таким образом, приливное трение имело реактивные последствия. Впервые о них упомянул Джулиус Роберт Майер в 1848 году,^[30] и они были широко представлены в серии исследований, начатых профессором Дарвином в 1879 году. Вращательный момент, удаляемый от земли за счет сопротивления циркулирующей волны деформации, несомненно, должен был вновь появиться в какой-то другой части системы. Оно было восстановлено, все, кроме процента потраченного впустую тепла, в результате расширения лунной орбиты.^[31] Одновременно с уменьшением осевой скорости Земли Луна отступала от своей поверхности, постоянно вытягиваемая вперед приливным гребнем, опережающим ее положение. Это восстановило баланс, увеличив орбитальный импульс и в то же время уменьшив линейную скорость Луны. Важность этого вторичного эффекта трения в истории системы Земля-Луна была фактически открыта профессором Дарвином.

Эта система занимает критическое положение в солнечном cortege. Планеты, находящиеся внутри него, не имеют спутников; планеты, находящиеся снаружи от него (Нептун, вероятно, является лишь очевидным исключением из правила), имеют два или более. По-настоящему двойной является только Земля; и Луна является не только ее единственным спутником, но и, безусловно, самым крупным телом-компаньоном по сравнению с массой своего основного спутника, которое можно найти в пределах солнечной сферы. Эти обстоятельства, безусловно, не отделены одно от другого, и они, очевидно, зависят от одной причины. Определяющим фактором здесь было солнечное приливное трение. Распределение спутников у различных планет, без сомнения, в значительной степени определялось степенью замедляющей силы, оказываемой на их осевое движение под действием приливов, поднимаемых солнцем в их неподвижных пластичных телах. Следовательно, разрушительная скорость вращения, необходимая для разделения спутников, никогда не была достигнута ни Меркурием, ни Венерой; они все время оставались безлунными и из-за снижения скорости своего вращения подвергались воздействию некомпенсируемых экстремальных температур. То, как должна была развиваться земля в обоих отношениях, долгое время висело на волоске. Чтобы правильно предсказать его судьбу, действительно, не потребовалось бы обычной проницательности от разумного наблюдателя из какой-либо другой сферы. Хотя солнечный тормоз воздействовал на вращение земли с силой, не превышающей одной одиннадцатой мощности вращения Венеры, его, тем не менее, было достаточно в течение бесчисленных эпох, чтобы помешать ускорению достичь высоты, вызывающей нестабильность.

Наша зачаточная планета давно перестала быть туманной и, фактически, уменьшилась в размерах из-за охлаждения почти до своих нынешних размеров, прежде чем был брошен жребий. Затем, наконец, ускоряющий эффект сжатия возобладал над замедлением из-за сопротивления приливам, равновесие осевой скорости превысило предел, и сфероид разделился. Итак, глобусы, достигшие такого высокого уровня уплотнения, склонны к менее неравномерному расщеплению, чем глобусы на более примитивной стадии; а Луна, поскольку родилась поздно, была большого размера. Его масса составляет $1/81$ массы земли; массы Титана и Сатурна равны от 1 до 4600; в то время как третий и самый большой спутник Юпитера содержит только $1/11300$ часть вещества, заключенного в родительском теле. Более того, профессор Дарвин ясно дал понять, что спутники Юпитера и Сатурна вращаются в настоящее время по орбитам, не слишком удаленным от тех, по которым они первоначально двигались; в то время как Луна, напротив, начала свой путь почти, если не совсем, от соприкосновения со своим светилом. Благодаря этим двум исключительным обстоятельствам — своей значительной

относительной массе и близкой начальной близости — Луна оказывала на землю приливное влияние, несравненно более мощное, чем любое из ее сородичей в царстве Солнца.

Соответственно, лунно-земная система представляет собой уникальный среди подчиненных солнцу пример пары глобусов, механические отношения которых были установлены на их нынешней основе преобладающим фактором телесных приливов. Это также подтверждает единственный случай, когда происхождение путем деления было возможно. Сообщение профессора Дарвина Королевскому обществу в 1879 году вызвало по этому вопросу замечательное расхождение идей. В конце концов, благодаря содержащимся в нем рассуждениям кольца Сатурна были восприняты как иллюстрация лишь одного из многих возможных способов космического роста. Стало ясно, что единый метод "вырезать и высушить" не удовлетворит всем бесконечно разнообразным целям креативного дизайна. Аннулирование могло бы сослужить свою службу, но были альтернативы. Фактически была достигнута новая точка зрения, и широкая перспектива, открывающаяся благодаря ей, уже начинает заманчиво открываться перед взором исследователей.

Но независимо от того, возникла ли Луна из земли в виде выпуклости или была оставлена ею в виде неправильного экваториального кольца, когда начинается наше теоретическое знакомство с ней, она вращалась за период не менее двух и не более четырех часов довольно близко к поверхности земли; в то время как почти изохронное вращение земли совершалось практически с разрушительной быстротой. Ситуация настолько наводит на размышления, что нужен лишь короткий и сносно безопасный прыжок в темноту, чтобы прийти к выводу, что совсем недавно две массы были единым целым. С их разделением, в эпоху, которая, по оценкам, была около шестидесяти миллионов лет назад, начался процесс, в результате которого Луна была отброшена назад по расширяющейся спирали к своему нынешнему положению, при этом исчезнувший момент вращения земли снова возник в виде увеличенного орбитального момента Луны. И трансформация, по крайней мере теоретически, все еще продолжается.

Приливное трение обладает дополнительными возможностями. Передача импульса от одной части системы к другой - лишь самый очевидный из множества его результатов. Едва ли какой-либо элемент движения избежит его влияния. Как правило, это увеличивает эксцентриситет орбиты. Наименьшее начальное отклонение от округлости развивается из-за неравномерности возникающего отсюда ускоряющего действия в ярко выраженную овальность. Таким образом, можно объяснить траекторию движения Луны. Более того, его плоскость была, по всей вероятности, сдвинута одновременно и под воздействием той же силы от ее первоначального совпадения с экваториальной плоскостью земли до уровня, который она занимает сейчас. Наклон эклиптики тоже частично объясняется по тому же принципу. "Нынешнее движение двух тел" (цитируя слова профессора Дарвина) "полностью скоординировано теорией о том, что приливное трение было основной силой в их эволюции". Имея этот ключ, мы можем проследить их до начала их двойного существования и проследить за незаметными изменениями, с помощью которых их состояние приобрело свою действительную форму.

Ни в одной другой спутниковой системе это невозможно. Ни одна луна, кроме нашей, не обладает запасом орбитального импульса, достаточно большим, чтобы иметь аналогичную историю. Планетарные служители в других местах путешествуют почти по своим первоначальным маршрутам; жидкой ряби, создаваемой ими на поверхностях своих основных

объектов, не хватало силы, чтобы ощутимо их сместить. Их собственное вращение, действительно, кажется полностью разрушенным. Разрушено, то есть относительно разрушающего тела. Есть уверенность, что некоторые, наиболее вероятно, что все спутники Юпитера и Сатурна неизменно поворачиваются одной и той же стороной к своим основным звездам. Они вращаются за период своих нескольких оборотов точно так же, как наша луна, и как следствие той же причины. Однако приливное трение, по-видимому, имело второстепенное значение в формировании их динамических отношений.

Таким образом, агентство не будет во всех случаях использовать *deus ex machina*. Оно не является эффективным без разбора. Способы его действия должны быть четко различимы в каждой из рассмотренных систем. Стадия развития, на которую пришли пораженные тела, степень их вязкости, их сравнительная масса и объемный объем, способы их движения - все это оказывает глубокое и, возможно, неисчислимое влияние на результат. Вероятность ошибки в оценках такого рода иллюстрируется замечанием профессора Дарвина о том, что величина силы, вызывающей прилив, является лишь одним из факторов произведения.^[32] Другой - относительное движение. Так вот, в случае с луной первая постоянно увеличивалась ретроспективно, в то время как вторая уменьшалась. Порождающая сила приливов изменяется обратно пропорционально кубу расстояния; таким образом, в древние времена, когда земля и луна вращались параллельно, телесные искажения, которые они вызывали друг у друга, не подлежали сомнению в чрезвычайно больших масштабах. Тем не менее, из-за близкого совпадения периодов вращения шаров, они, должно быть, были почти неработоспособны для целей трения. Перемещение скопившегося вещества по их поверхности было слишком медленным, чтобы придать ему большую мощность в качестве фрикционного тормоза. Нас заставляют полагать, что незначительные волны, поднимаемые солнцем, из-за их быстрого относительного движения в ту раннюю эпоху оказывали большее влияние на сдерживание вращения земли, чем колоссальные, но почти стационарные волны, создаваемые Луной.

Численные расчеты, там, где они осуществимы, являются единственным надежным руководством в этой сложной области исследований. Недостаточно показать, что приливное воздействие было бы такого рода, которое требовалось, — имело бы правильное направление, — чтобы привести к какому-то явно аномальному результату. Кроме того, должны быть получены доказательства того, что действие имело бы достаточную силу. Правдоподобные догадки по этому вопросу могут быть полностью ошибочными. Машина, даже если она сконструирована должным образом для достижения поставленной цели, может работать слишком слабо для ее достижения. Мы, например, уверены, что никакие трудности, связанные с ощущением вращения планет, не должны препятствовать принятию теории происхождения планет из отдельных колец, поскольку даже если бы зародышевые шары вращались изначально неправильно, солнечное приливное трение быстро привело бы их в соответствие с общим течением движения. В принципе, это верно, но выдержит ли это количественное исследование? Многие многообещающие гипотезы рухнули под тяжестью цифр; достаточно ли сильна эта конкретная, чтобы пережить их применение, еще предстоит выяснить. Мы, действительно, уверены в его достоверности в отношении Меркурия, но эффективность приливного трения уменьшается в шестой степени увеличения расстояния, а фактическое вращение Венеры представляет собой загадку, достаточно запутанную, чтобы препятствовать изучению ее смутно различимых предшествующих условий. Что касается Земли и внешних планет, то на этот вопрос можно было бы ответить только с помощью информации, которая не поступит в ближайшее время.

Неожиданное обстоятельство, заключающееся в том, что недавно открытая девятая луна Сатурна обращается с востока на запад, таким образом, может быть не более чем условно объяснено привлечением этого фактора изменения. Допуская (а мы, по-видимому, обязаны это сделать), что спутники являются потомками планет, которые они посещают, нельзя уклониться от вывода, что обсуждаемое маленькое тело было выброшено с первичной планеты, обладавшей вращением, противоположным тому, которым оно обладает сейчас. И обращение вспять, должно быть, было полностью осуществлено до того, как появился восьмой спутник, Япет. Суть наиболее трудна; нет другого способа ответить на нее, кроме как рассмотреть влияние солнечных приливов на вращение планет, что и сделал профессор У. Х. Пикеринг, первооткрыватель Phœbe.^[33] Но причина может быть истинной, но не быть достаточной; и в данном случае потребуется тщательный расчет, чтобы определить, как обстоит дело.

Исследования профессора Дарвина были плодотворными только потому, что они были определенными. Они раз и навсегда продемонстрировали разнообразные свойства приливного трения как космогонического фактора и четко указали на те области космогонических изменений, в которых лежит его компетенция. Более того, они помогли определить для системы Земля-Луна объем работы, фактически выполняемой приливным трением в этих нескольких отделах, и доказать его значительное превышение над соответствующей производительностью в любой другой подсистеме, попадающей в сферу наблюдения. Этот запоминающийся результат предполагает, что наш земной дом, возможно, уникален не только в своей эволюционной истории, но и в бесчисленных приспособлениях, делающих его местом обитания жизни.

Отношения земли и Луны описывают, и едва ли более чем описывают, физические влияния, взаимно оказываемые друг на друга многочисленными глобусами-близнецами в звездном пространстве. Приливное трение имеет максимальную силу в системах, образованных равными массами; а приливы и отливы двойных звезд редко сильно различаются. Большинство из них, если не все, были, кроме того, примитивно очень близкими соседями, так что их симметрия, должно быть, была нарушена заметными приливными деформациями. Результаты их разработки были подробно изложены доктором Зее. Одним из наиболее примечательных является высокий средний эксцентриситет их орбит. Визуальные двойные системы, за редким исключением, движутся по значительно вытянутым эллипсам, в то время как спектроскопические двойные системы, как правило, движутся примерно по круговым траекториям. Аргумент доктора Си о том, что эксцентриситет более вместительных систем был приобретен под влиянием приливного трения в ходе длительного процесса постепенного разделения, почти непреодолим.

Правда, эта линия объяснения не совсем свободна от препятствий и несоответствий. Тем не менее, их, вероятно, можно охарактеризовать как усложняющие, а не противоречивые. Теория приливного трения не является универсальным средством решения трудностей, возникающих при изучении двойных звезд. То, что способ действия, с которым он имеет дело, внес свой вклад в регулирование их механических механизмов, можно, тем не менее, считать несомненным, в то время как эффективность и, возможно, даже способ его функционирования сильно варьировались от системы к системе. Что именно это произвело в каждом из них, находится за пределами нашего понимания. Имеющиеся данные о вязкости, плотности и осевых перемещениях зародышевых звездных пар всегда должны быть слишком скудными и ненадежными, чтобы служить основой для строгих расчетов. Тайна предшествующего времени

никогда не может быть полностью рассеяна. Достаточно, если мы сможем смотреть на него через стекло, которое затемняет, но не искажает объекты, находящиеся в поле его зрения.

СНОСКИ:

[28] *Sämmtliche Werke*, Bd. VI., стр. 5-12, 1839.

[29] Г. Х. Дарвин, *Британская энциклопедия*, статья о "Приливах".

[30] *Динамика Химмельса*, стр. 49.

[31] Дарвин, *Философские труды*, том. clxxii., p. 528.

[32] *Философские труды*, том. clxxi., стр. 876.

[33] *Harvard Annals*, том. liii., стр. 58.

ГЛАВА VI

РАСЩЕПЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩИХСЯ ШАРОВ

Мало кому нужно объяснять, что вращающаяся жидкая масса по форме очень похожа на апельсин. Она принимает форму сжатой сферы. И причина ее сжатия очевидна. Она заключается в том, что сила тяжести, частично нейтрализуемая центробежной тенденцией, обусловленной осевой скоростью, постепенно уменьшается от полюсов, где эта скорость имеет нулевое значение, к экватору, где она достигает максимума. Таким образом, здесь материалы вращающегося тела фактически легче, чем в других местах, и, следовательно, отступают дальше всего от центра. Образованная таким образом "фигура равновесия" представляет собой сфероид, тело с двумя неравными осями. Другими словами, его меридиональный контур, проходящий через полюса, представляет собой эллипс, в то время как экватор имеет круглую форму.

Теперь мы хорошо знаем не только то, что вращающаяся сфера становится сфероидом, но и то, что сфероид становится тем более сплюснутым, чем быстрее он вращается. Например, сплюснутый диск Юпитера по сравнению с круглым ликом Марса сразу наводит на мысль о разнице в скорости вращения. Но должен быть предел распространению вздутия, иначе сфероид, ускоряемый *до бесконечности*, в конце концов перестал бы существовать в трех измерениях. Очевидно, что этот немислимый результат должен быть предвиден; в какой-то заданный момент процесс деформации должен быть прерван. Происходит нарушение непрерывности; поезд перемещается на железнодорожную ветку. Нетрудно также в общих чертах предугадать, как это происходит. Равновесие, вне всякого сомнения, нарушается, когда вращение достигает определенной критической скорости, изменяющейся в зависимости от обстоятельств, и сфероид либо коренным образом меняет форму, либо распадается на части.

Столь многому учит простой здравый смысл, однако точное определение хода событий является одной из самых трудных задач, с которыми когда-либо сталкивались математики. М. Пуанкаре изложил ее в 1885 году; [34] это было независимо предпринято профессором Дарвином немного позже; [35] и вот уже восемнадцать лет этим предметом занимаются, главным образом, эти два выдающихся человека, с в высшей степени интересным чередованием достижений: один подхватывает нить, оброненную другим, и каждый, в свою очередь, проникает несколько дальше в лабиринт. Результаты, тем не менее, все еще в некоторой степени неубедительны; они скорее указывают на генетическую историю систем, чем на что-то определенное.

Действительно, на это проливается яркий свет; но, следуя его указаниям, следует иметь в виду ограничения исследования. Главные из них заключаются, во-первых, в том, что предполагаемый сфероид является жидким; во-вторых, в том, что он однороден. Однако ни одно из этих условий на самом деле не распространено в природе, так что выводы, основанные на них, могут быть приняты только с оговоркой. Они были приняты не по собственному желанию, а в силу необходимости данного случая. Не было никакой возможности математически оперировать телами, находящимися в каком-либо ином состоянии, кроме жидкого. Равновесие газовых шаров не поддается описанию, за исключением произвольных ограничений. [36] Также невозможно справиться со сложностями расчета, возникающими из-за изменений внутренней плотности. Космические массы в том виде, в каком они существуют на самом деле, тем не менее сильно неоднородны, так что в самом крайнем случае лишь приближение к подлинному ходу их эволюции может быть достигнуто путем самого искусного анализа. Однако даже приблизительное решение такой проблемы представляет глубокий интерес. Здесь мы можем лишь попытаться кратко обозначить ее природу.

Во всяком случае, был удовлетворительно прослежен процесс изменения, в результате которого равновесие вращающегося жидкого сфероида окончательно нарушается. Когда его вращение ускоряется до резкого скачка, оно приобретает три неравные оси вместо двух. Экватор становится эллиптическим, как меридианы. Получается "эллипсоид Якоби". Этой новой форме, по-видимому, следует приписать длительный период стабильности; только ее главная ось становится все более и более вытянутой по мере прогрессирования охлаждения, а с охлаждением происходит сжатие и с сохранением тяги увеличивается осевая скорость. Затем, наконец, снова наступает кризис; происходит крушение равновесия, и его восстановление предполагает принесение в жертву последнего остатка симметрии. "Апиоидное", или грушевидное тело, заменяет предшествующий эллипсоид; и его очевидная зарождающаяся двойственность подсказала мсье Пуанкаре, что борозда, неравномерно разделяющая его, может углубиться при все еще ускоренном вращении в расщелину, разделяющую примитивно единую массу на планету и спутник. Но эта возможность, как он осторожно отметил, не имела прямого отношения к гипотезе Лапласа, которая имела дело с туманностью, уплотняющейся к центру, в то время как растрескавшийся апиоид был жидким и однородным. [37]

Профессор Дарвин проследил за состоянием этого замечательного грушевидного тела с большей степенью приближения, чем это было сделано первоначальным исследователем, и ему удалось практически продемонстрировать его условную стабильность. Но его анализ имел тенденцию сглаживать характерные особенности его формы и, пока что, уменьшать вероятность его окончательного разрушения. Мистер Джинс, с другой стороны, на основе тщательного изучения серии сигарообразных фигур, которые теоретически развиваются параллельно эллипсоидам, путем строгих математических рассуждений вывел фактическое отделение спутника от одного конца исходного цилиндра. Репрезентативные цифры напомнили

профессору Дарвину "о каком-то таком явлении, как вытягивание нити протоплазмы из массы живой материи". "В этом почти подобном жизни процессе" он увидел "аналог по крайней мере одной формы рождения двойных звезд, планет и спутников".[38]

Но при беспристрастном рассмотрении сходство кажется призрачным и уклончивым, особенно когда мы сопоставляем его со случаем двойных звезд. Здесь, действительно, вступает в игру совершенно иной набор условий, чем тот, который постулировали Пуанкаре и Дарвин, поскольку звезды, безусловно, не являются жидкими телами.[39] Они, скорее всего, газообразны до ядра, хотя неопределенная диффузионная способность, присущая газообразности, ограничена их конденсированными фотосферными поверхностями. Это обстоятельство указывает на возможность того, что результаты, полученные для жидких сфер с помощью математического анализа, могут быть с определенными оговорками распространены на звезды; но необходимые оговорки, к сожалению, расплывчаты и обширны, поскольку слишком мало известно о физическом состоянии звездных сфер, чтобы оправдывать предположения, которые могли бы обеспечить надежную основу для исследований.

Таким образом, эволюцию двойных звезд можно рассматривать только логически, а не строго; и мы должны с самого начала отбросить идею о том, что она иллюстрируется феноменом двойных туманностей. Многие такие объекты, которые, как считалось, служили убедительными визуальными аргументами в пользу реальной эффективности медленного космического деления, оказались, при применении к ним поисковых фотографических методов покойного профессора Килера, узлами на спиральных образованиях. Таким образом, их взаимные отношения полностью отличаются от того, что предполагали телескопические наблюдатели; на самом деле они все еще структурно связаны, и способ их происхождения, каким бы привлекательным для догадок он ни был, едва ли входит в сферу определенно проведенных исследований. Их будущая судьба для него не более доступна, чем их прошлая история, и только благодаря смелому полету воображения мы можем увидеть в спиральных туманностях прототипы двойных звезд.

Вопросы, касающиеся способа зарождения этих последних систем, в последние годы приобрели необычайный интерес. Действительно, в настоящее время на них нельзя дать окончательных ответов, поскольку термины, в которых они сформулированы, недостаточно ясны из-за недостатка наших знаний; но вероятные ответы могут законно занять их место, по крайней мере, *временно*, особенно когда их вероятность возрастает почти до достоверности благодаря накоплению косвенных доказательств.

Наблюдения и исследования звездных затмений создали новый раздел астрофизики и значительно расширили область космогонии. Они привлекли внимание к ряду систем, находящихся не просто в примитивном состоянии, но, по-видимому, на начальной стадии развития. Периоды затемнения звезд почти у всех составляют менее семи дней, хотя недавно был обнаружен один, доходящий до тридцати одного; и сравнительная продолжительность интервалов затемнения показывает, что они вызваны обращением по узким орбитам раздутых шаров. Это характерные симптомы юности, поскольку, как мы видели, орбиты расширяются, а периоды удлиняются с течением времени благодаря силе трения телесных приливов.

Итак, класс звезд, которые очевидно и наверняка претерпевают затмения, имеет некоторых отдаленных представителей все еще сомнительной природы. И их маргинальное положение в значительной степени усиливает интерес к ним в настоящем, перспективе и ретроспективе.

Освещение этих замечательных объектов постоянно меняется. Их фазы, как у Алгола, не являются простыми перерывами в регулярном течении устойчивого сияния. Они развиваются без малейшей разумной паузы; графически они представлены плавно текущей симметричной кривой. Затмения, которыми они вызваны, — если они так вызваны, — должны, соответственно, следовать друг за другом строго непрерывной серией. Как только заканчивается одно, начинается следующее. Одна звезда проходит сначала позади, затем перед своим компаньоном, и их совокупная яркость видна неизменной только в течение нескольких моментов фактического максимума. Это означает, что они вращаются в контакте; их не разделяет никакой ощутимый промежуток пространства.

Считается, что переменная Гудрика, β Lyræ, образована таким образом. Возможность, по крайней мере, использования "теории спутников" для объяснения происходящих изменений была продемонстрирована несколько лет назад мистером Г. В. Майерсом из Индианы.^[40] Он обнаружил, что система состоит из двух едва разделенных эллипсоидов, циркулирующих в визуальной плоскости и вызывающих своими последовательными прохождениями два неравных затмения в течение каждого периода продолжительностью $12 \cdot 91$ день. Общая масса этой пары всего в тридцать раз больше массы нашего солнца, но их средняя плотность имеет почти невероятно малое значение - $1/1200$ плотности воды. Их реальное существование обусловлено возможностью того, что массы, гораздо более разреженные, чем атмосферный воздух, должны излучаться с интенсивностью истинных солнц. Спектроскопические наблюдения не совсем противоречат гипотезе м-ра Майерса, но их интерпретация затруднена расхождениями, настолько многочисленными и запутанными, что из них нельзя сделать никаких надежных выводов. Более того, предполагается, что единственная звезда, доступная для наблюдения в основном минимуме, - это звезда, дающая спектр в виде ярких линий; однако, чтобы соответствовать требованиям ситуации, она обязательно предполагается гораздо более массивной, хотя и гораздо менее яркой по своей природе, чем ее компаньон. Это вызывает беспокойство, но почти все, что связано с β -Лирой, *is* более или менее вызывает беспокойство.

Переменная того же типа, но гораздо более слабая, была сделана предметом аналогичного исследования мистером Майерсом в 1898 году.^[41] U Pegasi никогда не достигает девятой звездной величины; следовательно, спектроскопические сложности, равно как и спектроскопическая проверка, в настоящее время остаются вне поля зрения. Звезда, тем не менее, вызывает живой интерес и требует постоянного внимания. Его кривая блеска была рассчитана с исключительной точностью в Гарвардском колледже и показывает два слегка неравных минимума, которые были зафиксированы в течение периода в девять часов, что означает, согласно принятой теории, возникновение чередующихся затмений с интервалом в четыре с половиной часа. Расстояние от центра до центра закрывающих звезд, яркость меньшей из которых составляет примерно восемь десятых яркости более крупной, "существенно не отличается, - сообщает нам м-р Майерс, - от суммы их радиусов, что предполагает вероятное существование "апиоидальной" формы Пуанкаре". Если они на самом деле не сливаются, составляющие их тела соприкасаются и вращаются синхронно. Таким образом, трудно сказать, следует ли рассматривать U Pegasi как единую грушевидную массу, вращающуюся во время изменения освещенности, или как тесную пару, свободно

циркулирующую в этот идентичный период. Средняя плотность системы, по-видимому, составляет от одной трети до одной четвертой плотности Солнца.

Другой образец системы "гантелей", возможно, встречается в R^2 Центавра. Узкий диапазон его изменения делает его деликатным объектом для наблюдения; но мистер А. В. Робертс, который впервые заметил его особенность в 1896 году, с тех пор накопил обширную серию удивительно точных визуальных определений его колеблющейся яркости и, кроме того, сделал их основой для умелого и исчерпывающего теоретического обсуждения.^[42] Двойной период R^2 Центавра ограничен четырнадцатью часами тридцатью двумя минутами. В этот короткий промежуток времени включены четыре фазы, то есть два равномерно сбалансированных максимума и два слегка разрозненных минимума. М—р Робертс заключает, что они возникают в результате взаимных затмений взаимопроникающих эллипсоидов, один из которых несколько более яркий, чем другой, вращающийся — если их можно правильно назвать вращающимися — по орбите, наклоненной на 32° к плоскости обзора. Плотность их составляет всего одну треть солнечной, и формы, удовлетворяющие фотометрическим требованиям за счет различных участков светящейся поверхности, представленных взору на разных участках их пути, демонстрируют удивительное соответствие с двумерной фигурой, полученной в результате анализа профессора Дарвина как форма тела, находящегося на грани разрушения в результате ускоренного вращательного движения. Таким образом, напрашивается почти неотразимый вывод, что R^2 Центавра действительно является примером стадии зарождения двойных звезд. Однако, чтобы установить это полностью, необходимы спектроскопические данные, а их трудно получить для звезды ниже седьмой звездной величины.

Ничто подобное не препятствует исследованию аналогичного, но гораздо более яркого объекта V Puppis. Обнаруженная профессором Пикерингом в 1895 году как спектроскопическая двойная система, эта звезда проходит настолько широкую орбиту за короткий период в тридцать пять часов, что подразумевает — если опубликованные детали верны — что гравитационная сила этой пары не менее чем в 348 раз превышает силу притяжения Солнца. Тем не менее, по словам мистера Робертса, они в пятьдесят раз тоньше, и каждый шар должен иметь диаметр около 16 с половиной миллионов миль; однако во всем этом нет ничего невероятного. Кривая блеска V Puppis, прослеженная мистером Робертсом, точно повторяет кривую блеска U Pegasi. И он постулирует аналогичные условия затмения. Только спектроскоп может определить, реализованы эти условия или нет.

Вероятно, все короткопериодические переменные являются двоичными с совпадающими орбитальными и световыми циклами. Но не все они являются закрывающими двоичными. Есть некоторые — мы все еще не знаем об их пропорциональном количестве, — которые претерпевают изменения освещенности, по-видимому, совместимые с гипотезой о затмении, но, безусловно, избегают затмения. Профессор Кэмпбелл безошибочно объяснил, что таким образом образуется ζ Geminorum.^[43] Присутствуют две звезды, но плоскость их движения наклонена под неизвестным углом к линии визирования; это не похоже на совпадение с ней. Теперь не исключена возможность, что V Puppis принадлежит к тому же классу. Предположения мистера Робертса, действительно, сами по себе правдоподобны, и они могут в любой момент быть подтверждены несколькими своевременными спектрограммами как неоспоримая правда.

Единственным убедительным доказательством их истинности является прекращение радиального движения в периоды минимума. Очевидно, что если уменьшение блеска вызвано

затмением, то затмевающие тела должны пересекать линию видимости как раз в тот момент, когда затемнение наиболее сильное. От этого геометрического требования невозможно уклониться, и оно должно строго соблюдаться на круговых орбитах, пересекаемых телами, вращающимися в контакте. Таким образом, прежде чем теория V_{rippis} мистера Робертса может быть принята с полной уверенностью, необходимо установить, достигается ли ноль радиальной скорости одновременно с фотометрическими минимумами. Если это так, то они могут быть без колебаний отнесены к явлениям, связанным с затмением; если, напротив, снижение яркости окажется не связанным с уменьшением скорости, то предположение о том, что оно сопровождает транзит и указывает на него, должно быть безапелляционно отброшено. Более того, спектральный вердикт в отношении V_{rippis} может быть безопасно применен к звездам со схожими кривыми блеска, особенно к R² Центавра и U Пегаса, и может помочь прояснить некоторые тонкости, связанные с исключительной системой β Лиры. Таким образом, измерение на одной спектрографической пластинке могло бы быть произведено путем определения тестового случая бинарности на корме "Арго" по существу для восполнения отсутствия желательных, но в настоящее время недостижимых определений в отношении значительного числа аналогичных объектов.

Существование звездных систем типа "гантели" не нарушает никаких механических законов. "Предел Роша" не распространяется на планеты сопоставимого размера. Диапазон диспропорций, в пределах которого это справедливо, на самом деле теоретически не установлен; но в общих чертах можно сказать, что это касается взаимоотношений планет и спутников (если использовать намеренно расплывчатую фразу), а не двойных звезд. Закон утверждает, что подчиненное маленькое тело не может вращаться неповрежденным на расстоянии менее 2·44 радиусов своего первичного элемента от центра этого первичного элемента, если их средняя плотность одинакова. Для спутников меньшей плотности этот предел следует увеличить. Например, наша собственная луна никогда не могла бы вращаться по орбите диаметром менее 22 000 миль, не будучи разорванной на куски приливными течениями.^[44]

Тела одинаковой массы, однако, не подпадают под действие запрещающего правила взаимного сближения. Никакое аналитическое вето не накладывается на происхождение в результате деления двойных звезд или на существование звездных сиамских близнецов. Неравенство их взаимного притяжения позволяет искажать, а не разрушать такие зародышевые глобусы. Следовательно, их индивидуальность, однажды созданная, в некотором смысле неразрушима. Фактически, она имеет тенденцию становиться более выраженной по мере постепенного расширения орбитального диапазона за счет реактивного воздействия приливного трения. Тогда состояние "гантели" можно рассматривать как в некотором роде временное. Мы также не можем быть уверены в его реальности иначе, как благодаря особой природе сопутствующих ему затмений, взятой в связи с коррелированными спектроскопическими наблюдениями, доказывающими, что затмения такого рода действительно имели место. Раскрытие такими средствами систем, столь странно обусловленных, обещает дать более глубокое понимание космического порядка, чем это было бы возможно в противном случае, и заполняет пустую страницу в удивительной истории звездного рождения и роста.

СНОСКИ:

- [34] *Acta Mathematica*, том vii., Стокгольм, 1885.
- [35] *Труды Королевского общества*, тома. xlii., lxxi.; *Философские труды*, тома. sxcviii., sxcix., Серия А.
- [36] Дж. Х. Джинс, *Философские труды*, том. sxcix., Серия А, стр. 1.
- [37] *Рисунки равновесия единой текучей массы*, стр. 172.
- [38] *Труды Королевского общества*, том. lxxi., р. 183.
- [39] Дж. Х. Джинс, *Астрофизический журнал.*, том. xxii., стр. 93.
- [40] *Астрофизический журнал*, том vii., стр. 1.
- [41] *Астрофизический журнал*, том. viii., с. 163.
- [42] *Ежемесячные уведомления*, т. lxiii., стр. 627.
- [43] *Астрофизический журнал*, том. xiii., стр. 90; *Наука*, 27 июля 1900г.
- [44] Г. Х. Дарвин, "*Приливы*", стр. 327.
-

ГЛАВА VII

ПОСТРОЕНИЕ МИРА ИЗ МЕТЕОРИТОВ

Соблазнительна идея, что мы видим в каждой огненной вспышке метеорита отголосок процесса, посредством которого сформировался наш мир и другие миры, похожие или непохожие на него. Это не новая идея. Хладни высказал ее в 1794 году; и с тех пор она время от времени возрождалась и реабилитировалась с помощью улучшенных теоретических знаний и большего массива фактов. Пережитки наводят на размышления. Осознание различий в степени требует меньше усилий, чем различий в роде. Легко представить повышенную активность знакомых операций, в то время как недоумение склонно скрывать результаты непривычных для опыта способов работы. Отсюда презумпция в пользу непрерывности; и нельзя сказать, даже если отвлечься от нашей собственной ментальной неадекватности, что эта презумпция не является законной. Природа скупа на свои планы, щедра на материалы. Ее цели характеризуются величественным единством, но она мало учитывает (что мы можем видеть) излишки или обломки. Теперь представляется вероятным, что метеориты представляют собой одну или другую из этих двух форм отходов. По-видимому, они аналогичны либо осколкам от фасонных блоков, либо пыли и мусору от их разрушения. Давайте рассмотрим, что мы на самом деле знаем о них.

Нельзя сказать, что источники нашей информации скудны. Полные сто миллионов ежедневно присваиваются землей, когда она мирно вращается в эфире. Их поглощение не влияет на нее. Это не производит заметных изменений в ее внутренней экономике и не вносит ощутимого

увеличения в ее массу. Тем не менее, по мнению профессора Лэнгли, сотни миллионов поднятых мелких тел имеют совокупный вес более ста тонн.[45] И это увеличение происходит всегда. Однако его накопленный эффект мимолетен по сравнению с огромной массой нашего земного шара. То, что в прошлые века она была более значительной, чем в настоящее время, можно было бы правдоподобно предположить, но нельзя обоснованно утверждать. Геологические отложения не содержат — за редким исключением — никаких узнаваемых метеоритных компонентов. Ничто не указывает на то, что в силурийскую эпоху земля подвергалась более сильной бомбардировке из космоса, чем в двадцатом веке. Во всяком случае, таким образом не могли быть обеспечены все его составляющие. Из высушенных в печи фрагментов, таких как мазапильское железо или "громовые камни" Адара, не могла образоваться планета с твердой поверхностью. Это возражение, выдвинутое г-ном О. Фишером,[46], по-видимому, неопровержимо.

Метеориты, как правило, свидетельствуют о своем существовании только по остаткам их руин; но в некоторых случаях их осязаемые реликвии оказываются под рукой. Те, которые достаточно прочны, чтобы избежать полного распада благодаря атмосферному сопротивлению их стремительным перемещениям, погружаются в море или зарываются в землю, а в определенной доле случаев попадают в музеи и лаборатории, где их подвергают тщательному исследованию, которого требует их экзотическое происхождение. Его результаты вряд ли соответствуют тем, которые можно было ожидать. Аэролиты — так отчетливо называются эти образцы из космоса — химически не отличаются; они состоят исключительно из тех же элементарных веществ, из которых состоит земная кора; но их минералогия весьма характерна. Они представляют собой чрезвычайно сложные структуры, образовавшиеся, по-видимому, в отсутствие воды и с недостаточным поступлением кислорода; дальнейшее состояние сильного давления указывается с некоторой вероятностью, нет, практически наверняка для тех, которые включают мелкие алмазы,[47] в то время как длительные перипетии разрушения и повторной агломерации, возможно, регистрируются по брекчированной текстуре многих из этих каменистых *трувайлей*. Таким образом, их аспект далек от примитивности; каждый фрагмент молчаливо претендует на богатую событиями историю; они предполагают катаклизм, разрушительный исход которого мы видим в них. О природе таких катаклизмов едва ли можно строить догадки; лишь намек на это можно почерпнуть из того обстоятельства, что наиболее глубокие земные образования — это те, которые наиболее близко соответствуют минералогическим особенностям метеоритов.

Тем не менее, единственные установленные связи метеоритов — с кометами. В каждой системе падающих звезд основным телом, скорее всего, является или, во всяком случае, была комета. Каждый из них, по-видимому, является отпрыском кометной родительницы и развивается *параллельно* с ее распадом. Таким образом, была принята точка зрения, и не без оснований, что кометы в их изначальной целостности представляют собой просто "метеоритные рои". С ней можно согласиться с некоторыми оговорками, на обсуждении которых нам нет необходимости здесь останавливаться. Что нас непосредственно беспокоит, так это интересный вопрос о строении метеорных роев. Каково истинное значение этого термина? Что он передает нашему сознанию? Метеорный рой можно определить как грубо шаровидное скопление небольших космических масс, вращающихся под влиянием их взаимного притяжения вокруг их общего центра тяжести. Каждая должна вращаться сама по себе, хотя все имеют одинаковый период; и их орбиты могут быть наклонены под всеми возможными углами к данной плоскости и могут пересекаться безразлично в любом направлении. Из-за такого бурного режима циркуляции

часто должны возникать столкновения, но они будут носить мягкий характер. Иначе и быть не могло в системе с незначительной массой и соответственно медленным движением. Следует помнить, что мы рассматриваем только кометные рои как единственные скопления такого рода, которые хотя бы отдаленно находятся в пределах нашего поля зрения; а кометы содержат минимум вещества. Мы вправе сделать такой вывод из того факта, что ни одно из наблюдавшихся до сих пор объектов, будь то заметные или малоизвестные, недавно прибывшие из космоса или явно устаревшие, не вызвало ни малейшего гравитационного возмущения ни в одном из элементов нашей системы.

Кометный рой, если его предоставить самому себе, может в конечном итоге сформироваться в уменьшенную модель планетарной туманности "Сатурн". Сталкивающиеся частицы должны из-за потери скорости опускаться к центру и срастаться в шаровидную массу. Преобладающий поток движения благодаря их устранению все более и более одерживал бы верх; и, наконец, с неизбежным уменьшением энергии, [48] была бы почти полностью ограничена главной плоскостью системы, состоящей по существу из вращающегося ядра, окруженного широкой зоной независимо циркулирующих метеоритов. Но кометы даже отдаленно не следуют этому пути эволюции. Это было бы возможно только в том случае, если бы они были изолированы в космосе, и, на самом деле, их обращения вокруг Солнца имеют огромное значение для их судеб. Отталкивающая энергия солнца заставляет их растрачиваться и рассеиваться, распуская великолепное оперение. Из-за неодинакового притяжения солнца на близком расстоянии они подвержены разрушению, и результатом действующих на них приливных напряжений является рассеивание составляющих их частиц по широкому кругу их овальных следов.

Тем не менее, нам предлагается заглянуть дальше. Кометные метеорные рои могут быть лишь миниатюрными образцами содержимого космоса. Почему бы отдаленным звездным регионам не быть переполненными подобными скоплениями, колоссальными по своим пропорциям, бесчисленными по количеству? И разве они не могут обеспечить долгожданное стремление к созданию подходящего "мирового материала" для строительства солнц и планет? Исходя из некоторых подобных первоначальных соображений, сэр Норман Локьер разработал в 1887 году универсальную метеоритную гипотезу, разработанную в максимально широких рамках, основанную на многообещающих доказательствах и претендующую на то, чтобы дать ключ к сбивающей с толку загадке космического роста и диверсификации. Метеоритное сродство комет послужило его отправной точкой; кометы были уподоблены туманностям; а из туманностей путем постепенных процессов изменения произошли все виды солнц, доступных наблюдению. Эта точка зрения имела далеко идущее значение и великолепную общность, но ее ценность, по общему признанию, основывалась на совокупности фактов особого рода. В этом оно отличалось от множества амбициозных спекуляций относительно происхождения вещей, которые предшествовали ему. В этом оно достигло неизмеримого превосходства над ними, если только свидетельство, к которому апеллировали, могло быть признано достоверным. В самом деле, едва ли будет преувеличением сказать, что, независимо от того, было ли это обоснованным или нет, простое обстоятельство вызова спектрометра в качестве свидетеля в высоком суде космогонии, представляло собой новшество, заслуживающее уважения и значимое.

Спектр туманностей был постоянной загадкой. Теория, которая излагалась путем разъяснения своего значения, сразу же обеспечила себе привилегированное положение. По-видимому, этого добился сэр Норман Локьер с помощью нескольких простых лабораторных

экспериментов по изучению спектров метеоритов. Было показано, что определенные "низкотемпературные" линии магния, выделяемые парами каменных аэролитовых фрагментов, расположены подозрительно близко к основным линиям туманности, ранее классифицированным как "неизвестные". Совпадения, это правда, были определены с низкой дисперсией и были опубликованы, чего бы они ни стоили, но они выглядели обнадеживающими. Их обоснование, если бы оно было осуществимо, ознаменовало бы начало нового этапа прогресса. Природа, однако, оказалась непокорной. Предложенные соглашения при ближайшем рассмотрении оказались лишь приблизительными; свет магния не является частью свечения туманности, а туманность, его основной источник, ускользает от земного распознавания. Свет космических облаков является *sui generis* — в нем нет металлических излучений; в то время как основными составляющими метеоритов являются металлы различных сортов и комбинаций.

Расшифровка иероглифов туманностей была решающим испытанием; невыполнение этого требования серьезно дискредитировало гипотезу, поскольку совпадения между спектральными лучами, общими почти для всех небесных тел, естественно, ничего не значили. И все же от расследования была польза. Энергия, с которой оно велось, изобретательность и ресурсы, с которыми им руководили, свидетельствовали о прогрессе. Произошло столкновение оружия и реорганизация сил. Мысль была взбудоражена, наблюдения и эксперименты получили сильный стимул, в великом потоке науки начали появляться новые притоки. Попытки доказать то, что утверждалось, были плодотворными в некоторых направлениях, и работа по опровержению имела неоценимую ценность в определении того, что было допустимо, и установлении безошибочных ориентиров в астрофизике.

Следует признать, что обсуждение пролило очень мало света на роль метеоритов в космогонии. Их мирообразующая функция остается в значительной степени умозрительной. Сомнения многих видов ограничивают его возможность и придают ему фантастический вид нереальности. Но отчасти это может быть связано с недостатком силы воображения, с которым вселенная не была связана. Отбрасывая, таким образом, предварительные возражения, мы сталкиваемся с фундаментальным вопросом: при наличии метеоритного роя требуемой массы и размеров, есть ли какой-либо шанс на то, что он сконденсируется в планетарную систему? Сэр Норман Локьер отложил в сторону эту часть своей темы. Его гипотеза была, по сути, "до-небулярной". Он предположил, что маленькие твердые тела, с которых все началось, со временем полностью улетучатся под действием тепла от их взаимных столкновений, и что образовавшаяся газообразная масса с тех пор будет вести себя так, как это представлял Лаплас. Профессор Дарвин рассматривал этот вопрос иначе. Ему казалось возможным объединить постулаты метеорной и небулярной теорий в систему, построенную на оригинальном принципе. Для этой цели было необходимо разработать средство, позволяющее сделать кинетическую теорию газов доступной для метеорного роя. "Самой сутью, - писал он, [\[49\]](#) "небулярной гипотезы является концепция давления жидкости, поскольку без нее идея фигуры равновесия становится неприменимой".

М. Фэй отказался от этой идеи; он построил свои планеты из несвязных материалов, тем самым избежав несообразностей, но утратив логическую точность более строгой процедуры Лапласа. Профессор Дарвин согласился ничего не упустить; он выступил как синкретист, его целью было "указать, что с помощью определенной интерпретации метеоритной теории мы можем добиться примирения этих двух порядков идей и можем считать, что происхождение звездных и

планетных систем метеоритное, сохраняя при этом концепцию давления жидкости". Для достижения этой цели он предпринял смелый прием. Давление жидкости в газе - это "средний результат столкновения молекул". Давление жидкости в метеоритном рое, по его мнению, могло быть чистым продуктом бесчисленных столкновений между телами, которые можно рассматривать как молекулы в чрезвычайно увеличенном масштабе. Такое предположение действительно является, как сказал Кеплер о расстояниях между неподвижными звездами, "большой пилюлей, которую нужно проглотить". Между молекулами и метеоритами лежит огромная пропасть. Механизм газовых ударов неясен. Его можно привести в движение, только приписав соответствующим частицам свойства самого загадочного характера. Эти частицы, однако, немыслимо малы; и в субъективных областях исследования ответственность разума каким-то образом ослабевает. Мы гораздо более критичны в отношении поведения грубой, осязаемой материи, потому что здесь можно посоветоваться с опытом, и не исключено, что он наложит свое вето.

Метеориты, несомненно, совершенно не похожи на молекулы, какими бы миллионно кратными они ни были увеличены; и они безошибочно разрушились бы при столкновениях, которые служат лишь для того, чтобы вызвать у молекул их характерные вибрации. Более того, продвижение процесса разрушения, по общему признанию, положило бы конец преобладанию давления жидкости. Так что желаемое состояние, даже если бы оно было достигнуто изначально, было бы временным. Кроме того, существует радикальное различие между группой тел, находящихся в орбитальном обращении, и скоплением частиц, движущихся бессистемно, не сдерживаемых каким-либо преобладающим законом силы. Метеоритный рой относится к первой категории; это сообщество, которым в некоторой степени управляет центральная сила; в то время как газообразное содержимое реторты или воздушного шара подчиняется чисто индивидуальным импульсам. Таким образом, вряд ли можно сказать, что аналогия, которую искал профессор Дарвин, существует, и его статья выделяется как памятник остроумной математической обработки, примененной к идеальному положению вещей.

Скопление вращающихся метеоритов не имеет фигуры равновесия, и именно благодаря последствиям, неизбежно вытекающим из этого свойства, математики могут отслеживать прогрессивные изменения массы вращающейся жидкости. В отсутствие каких-либо таких прямых средств нападения их позиция относительно проблемы, представленной скоплением летящих камней, ненамного лучше той, которую занимал Кант, оказавшийся лицом к лицу с эволюционирующей вселенной. Тем не менее, кажется очевидным, что метеоритный рой может быть побужден к конденсации не иначе, как в результате столкновений между его составляющими. Когда устраняются неровности движения, от которых зависит их возникновение, система должна оставаться *statu quo*. Порядок способствует постоянству; беспорядочное состояние преходяще. Однако конечное состояние системы можно предвидеть лишь частично. Тела, остановленные в своем полете, должны падать внутрь, следовательно, будет формироваться и расти центральная масса; но образование планет, по-видимому, зависит от существования примитивного неравенства плотности в рое. Они могли бы служить ядрами притяжения для метеоритных падений, еще не полностью исчерпанных, но наполняющих безвредным огнем по крайней мере один из шаров, которые они помогли сформировать.

Действительно, при таком показе не могло быть такого гармоничного развития событий, которое составляло преобладающее очарование схемы Лапласа. Следовало бы предположить,

что планеты возникли в беспорядке из хаоса; или, скорее, хаос с самого начала должен был содержать семена predetermined космоса. Его эволюция была бы подобна эволюции дуба из желудя, разворачиванию того, что, по сути, уже существовало. И может случиться, что на этом этапе проникновения в прошлое человеческий интеллект без посторонней помощи достигает своего совершенства плюс ультра. Существует жизненно важное сердце вещей, которого мы не можем надеяться достичь. Мысль инстинктивно останавливается перед видением символического парящего голубя.

Продолжим. Метеорная космогония имеет рациональную основу. Способы действия, которых она требует, все еще действуют. Ослабевшие почти до мимолетности по сравнению с энергией, которая им, должно быть, требовалась для эффективного созидания мира, они продолжают играть в нашем ночном небе. Они играют, это правда, с очень небольшим количеством материала; но даже сейчас он может быть распространен в других местах в относительно огромном изобилии, и в самой солнечной системе его, по-видимому, раньше было гораздо больше, чем сейчас. Земля сгребала метеоритные гранулы сотнями миллионов ежедневно на протяжении неисчислимых веков, и ее космическая зона все еще очень далека от того, чтобы быть выметенной дочиста. Однако постоянство поставок может быть вызвано постоянным прибытием подкреплений из межзвездных миров.

Кометы принадлежат к кортежу солнца и путешествуют вместе с ним, и это неизбежно относится и к метеорам, рожденным кометами. Но множество других вращаются независимо от комет и с гораздо более высокими скоростями. Таким образом, их орбиты гиперболические; они принадлежат к категории "безвозвратных путешественников", и благодаря их захвату мы имеем привилегию обладать подлинными обрывками звездной материи. Вселенский космос содержит вероятно, их огромное количество, но нет ничего, что доказывало бы их объединение в стаи. Спектроскоп не дает никаких гарантий на этот счет; он вынес свой вердикт против метеоритного состава туманностей и временных звезд. И если мы признаем, опираясь на минералогические свидетельства, что аэролиты, столь странным образом оказавшиеся на земной почве, на самом деле являются обломками разрушенных миров, мы не увидим для них никаких шансов на восстановление. Они одиноки, даже если время от времени преследуют друг друга по одинаковому пути, и одинокими они должны оставаться. Тела сами по себе не иницируют взаимную циркуляцию. Планетарные или звездные изгои не могут быть повторно объединены в гравитационную систему. О космическом роде, как о поэте, можно сказать: *Nascitur, non fit*; и тайна их рождения не разглашается.

СНОСКИ:

[45] *Новая астрономия*, стр. 197.

[46] *Американский научный журнал*, том xi., стр. 421, июнь 1901 г.

[47] Углерод не разжижается при обычных условиях. При производстве своих искусственных алмазов М. Муассан использовал огромное давление и высокую температуру; и, хотя подлинность его изделий отрицалась (Combes, *Moniteur Scientifique*, ноябрь 1903 г.), его методы, по крайней мере, кажутся приближенными к тем, с помощью которых Природа создает свои самые настоящие кристаллы.

[48] Сэр Р. Болл, *Начало Земли*, стр. 243.

[49] *Труды Королевского общества*, том xlv., стр. 4.

ГЛАВА VIII

КОСМОГОНИЯ В ДВАДЦАТОМ ВЕКЕ

Перспективные и ретроспективные исследования физических условий во многом опираются на одну и ту же основу. Одинаковая степень неопределенности присуща результатам обоих видов; к ним должны применяться одни и те же требования; предполагается, что мы допускаем их с аналогичной сдержанностью. Заповедник становится все более заметным по мере того, как наука, к нашему удивлению, раскрывает многогранные возможности Природы. Прошло время, когда "люди света и руководства" могли выписывать чеки на неограниченные суммы в банке общественного доверия. Не то чтобы баланс уменьшился, но он зарезервирован для других целей. Большинство из нас в наши дни научились "смотреть до и после" самостоятельно, и мы инстинктивно примешиваем пресловутую крупицу соли к тому, что говорят нам, даже в самых авторитетных источниках. Идеи находятся в движении; открываются туманные перспективы; многое из того, что лежит за гранью реального опыта, представляется возможным, и спокойные рассуждения в любой момент могут быть возмущены фантастическим открытием. Следовательно, окончательность утверждения устарела.

Секулярный параллакс, влияющий на взгляды людей на вселенную, нигде не проявляется так ярко, как в тенденции, которую проявляют спекуляции относительно его происхождения. Они стали более утонченными, более далеко идущими, но все же менее уверенными. Они разветвлялись в неожиданных направлениях, но скорее нерешительно, чем с полной уверенностью в достижении абсолютной истины. Лаплас рассматривал только Солнечную систему, из которой он произвольно исключил кометы. Огромному звездному миру он уделял едва ли случайное внимание. Сэр Уильям Гершель, с другой стороны, занимался исключительно процессами роста туманностей, отводя детали планетной эволюции на второстепенное место. Позже, когда стал доступен спектроскоп для определения общих различий между солнцами в космосе, их относительного возраста, порядка их следования, их взаимного сродства, все это потребовало преобладающего внимания. Однако прямо сейчас поток спекуляций слишком велик, чтобы его можно было ограничить отдельными каналами; космогонисты смотрят вдаль; они стремятся получить общий обзор отношений, сбивающих с толку своей сложностью. В какой-то степени им это удалось; части начинают находить свои места в великом целом; видны звенья, соединяющие явления, на первый взгляд кажущиеся изолированными; со всех сторон напрашиваются аналогии. Неустанное вращение Луны и ее невозмутимый лик напоминают нам о том, как могло родиться солнце; вспышка каждого метеорита наводит на мысль о том, каким образом солнца умирают. Тонкие очертания комет указывают на природу силы, действующей в туманностях; на великий космический закон спиральности отдаленно намекают противоположные возмущения Солнца. Таким образом, один набор фактов вытекает из следующего; ни один из них не может быть должным образом рассмотрен отдельно от остальных.

Ограниченность человеческого разума, тем не менее, накладывает ограничения на лечение. Индивидуальные усилия не могут охватить все известное и познаваемо познаваемое, и большая часть того и другого включена в сферу современной космогонии. Она имеет дело со всем, что находится в небесах, видимо или незримо; безгранично опирается на прошлое и грядущее время; в равной степени занимается постепенными преобразованиями и внезапными катастрофами, рассеиванием и концентрацией энергии, тонким взаимодействием материи и силы, физическими и ультрафизическими, химическими и электрическими способами действия. Но давайте рассмотрим немного подробнее, как обстоят дела на самом деле, чтобы собрать некоторые определенные идеи относительно направлений продвижения, практически осуществимых и многообещающих на ближайшее будущее.

Начнем с нашего домашнего круга. Ненадежное состояние, до которого схема Лапласа была доведена нападками многочисленных возражающих, нашло компенсацию в развитии теории приливов. Таким образом, было пролито много света на планетарную предысторию. Отношения планет к солнцу и спутников к планетам стали сравнительно понятными. Прежде всего, следует отметить вытекающее отсюда открытие наводящего на размышления положения Земли, сразу за границей региона, где вращение планеты было нарушено вызванными солнцем приливами, а вместе с этим и перспективы жизнеспособности планеты.

Более того, сомнительное состояние зачаточного земного сфероида, вытекающее из его промежуточного положения, объясняет особый способ рождения Луны и отчетливо бинарный характер системы Земля-Луна; в то время как разнообразие, заметное в условиях различных планет, исключает применение какого-либо единого рецепта для их развития из первичного вихря. Теперь мы можем видеть, что соответствующие силы действовали гораздо более сложным образом, чем можно было предположить ранее, и их равновесие было пропорционально более хрупким. В какую сторону он склонился бы в данном случае, тогда часто должно быть неисчислимо, или вычислить можно только исходя из известного результата. Строгие узы рассуждений, таким образом, несколько ослабли, и трудности, которые казались огромными, в конечном итоге оказались не непреодолимыми. Но убежденность также ослабла. Старый, внушительный фасад theory остается незыблемым; здание за ним по большей части было разобрано на куски, и до сих пор не найден архитектор, который мог бы реконструировать его к нашему удовлетворению.

В одном пункте мы, тем не менее, обрели определенность. Теперь известно, что кометы с зависящими от них цепочками метеоров являются первичными в Солнечной системе. Они не являются нелегальными злоумышленниками, а побочными родственниками планетарной семьи. Возможно, они представляют собой ненужные обрывки мирового вещества, ускользнувшие от действия формирующего механизма; и если это так, то они иллюстрируют его примитивную структуру. Не то чтобы их состав обязательно был, согласно этому предположению, идентичен составу планет. Просеивание элементов, вероятно, сопровождало процессы охлаждения и сжатия. Кометы, возможно, были созданы (для иллюстрации) из белка туманного яйца, планеты - из его желтка. Но в любом случае мы можем с уверенностью рассматривать мерцающие ткани ацетилена и циана, которые время от времени освещают наше небо, как срезы широко распространяющейся ворсистой дымки, отброшенные в сторону до того, как "звездные приливы" еще не начали "смещаться к центру". В одном отношении качество этих остатков вызывает удивление. Они не проявляют химического сродства с туманностями. Их спектры радикально отличаются от спектров туманностей,

газообразных или сплошных. Соответственно, они не подтверждают, хотя и не являются фатально отрицательными, точку зрения о том, что солнце когда-то было, в определенном смысле, туманной звездой.

Великая тема звездной преемственности больше не ограничивается бесплодными догадками. Были проложены широкие линии, по которым, насколько мы можем в настоящее время видеть, неизбежно должен был идти прогресс. И один факт огромной важности в этой связи является полностью недавним открытием. Существование множества неясных тел в космосе действительно было предвидено как логическая необходимость задолго до того, как Бессель основал "Астрономию невидимого"; но его убедительное обоснование почти полностью связано с использованием современных спектрографических методов. Дряхлые или тусклые солнца, несомненно, не плод воображения, а мощная реальность, хотя было бы преувеличением утверждать, что все они пришли к исчезновению одним и тем же путем. Нет также абсолютной уверенности в том, что их нынешнее состояние в равной степени является результатом длительного распада. Обстоятельства, связанные со многими из них, наводят скорее на мысль о врожденной неспособности блистать.

Мы также стоим на более твердой почве, чем наши предшественники, в отношении истории звездных систем. То, что его течение в основном определяется влиянием приливного трения, было умело продемонстрировано доктором Си. Телескопические двойные звезды могут быть возвращены с помощью этого ключа к начальной стадии, когда они вращались близко друг к другу, очень похоже на землю и Луну в теории профессора Дарвина; и именно из-за их объема и вызванного им неодинакового притяжения их орбиты расширились и вытянулись до обычно наблюдаемой степени.

Этот теоретический вывод был подтвержден с исключительной точностью открытием спектроскопических двойных систем. Пары, вращающиеся по орбитам, слишком узким для визуального различения, являются естественным дополнением к парам, которые можно разделить только с помощью телескопа; первый класс представляет собой невидимые ранние стадии второго. Вместе они образуют непрерывную последовательность звездных систем, поскольку спектроскопические двойные системы включают пары, полностью разделенные и все еще разделяющиеся, а также другие, едва разделенные и вновь вращающиеся почти в контакте. Более того, мы склонны полагать, что они включают образцы глобусов, соединенных в апиоидальную фигуру, теоретически исследованную Дарвином и Пуанкаре, которая может рассматриваться как подготовка к образованию в результате деления двух взаимно вращающихся звезд из одной первичной вращающейся массы. Некоторые из этих предполагаемых систем гантелей изменчивы по освещенности; и если объяснение их затмений с помощью спектроскопа подтверждается, то нельзя отрицать вывод о том, что каждый мерцающий объект состоит из двух звезд, фактически смежных, если не сливающихся.

Итак, составные звезды ни в коем случае не являются исключительным явлением. Было обнаружено, что их относительное количество быстро увеличивается с каждым прогрессом в наших знаниях о небесах. Из измерений лучевой скорости звезд, недавно проведенных в Йеркской обсерватории профессорами Фростом и Адамсом, следует, что соотношение двойных и одиночных звезд значительно превышает более раннюю оценку профессора Кэмпбелла. Если рассматривать только те, которые дают спектры гелия, то, скорее всего, одних видов столько же, сколько и других. Но почему такое различие? можно спросить. Ответ не заставит себя долго

искать. Гелиевые звезды являются самыми примитивными и образуют самые близкие и легко различимые системы. Спутники более развитых звезд, вероятно, будут давать менее яркие спектроскопические признаки своего присутствия. Физически двойная звезда всегда должна оставаться таковой. Не существует закона о разводе, по которому он может расстаться со своим компаньоном, хотя их отношения со временем должны меняться. Но их изменение, как правило, постоянно увеличивает сложность их обнаружения. Ибо, когда члены пары разделяются приливным трением, их скорость замедляется, а характерное колебание их спектральных линий уменьшается по амплитуде и, наконец, из-за своей незначительности ускользает от наблюдения.

И поскольку большинство спектроскопических звезд-спутников светятся очень слабо, их возможное телескопическое обнаружение, когда они находятся достаточно далеко от своих основных звезд, чтобы их можно было оптически отделить от них, произойдет редко. Тогда следует сделать вывод, что половина звезд на небесах (скажем так) распалась на два или более тела по мере их уплотнения. Что из этого следует? Ну, это. Половина звезд на небесах с самого начала была неспособна стать центрами планетных систем. По крайней мере, на наш взгляд, кажется очевидным, что бинарное состояние должно было препятствовать процессу планетарного роста. Эти бесчисленные системы, несомненно, организованы по совершенно иному принципу, чем тот, который регулирует семейство солнца. Небулярная гипотеза, даже в ее наиболее усовершенствованной форме, неприменима к ним; метеоритная гипотеза - еще меньше. Математические теории равновесия жидкости в сочетании с длинной серией изменений, вызванных приливным трением, позволяют в некоторой степени понять способ их возникновения и ход их развития. Однако аналогия с парой Земля-Луна, которая неотвратимо напрашивается сама собой, несовершенна и может вводить в заблуждение из-за большой разницы в состоянии между пластиковыми шарами, приближающимися к затвердеванию, и солнцеподобными телами, интенсивно излучающими и, вероятно, газообразными до ядра.^[50]

Мир туманностей ставит нас перед целыми циклами эволюционных проблем, которые больше нельзя рассматривать в бесцеремонной манере, волей-неволей принятой Гершелем. Объекты, о которых идет речь, ошеломляюще разнообразны; и все же мы можем проследить среди их фантастических неправильностей лежащее в основе единообразие одной конструктивной мысли. Почти все они демонстрируют, более или менее заметно, спиральную конформацию, а спиральная конформация указывает на действие известных или поддающихся обнаружению законов. Их исследование, действительно, должно быть медленным и кропотливым; его прогресс может надолго задержаться из-за постановки новых вопросов, как в физике, так и в механике; тем не менее, направления, предписанные для него, кажутся достаточно определенными, чтобы дать надежду на то, что оно в конце концов приведет к ясному результату. И когда, наконец, что-то будет достаточно точно установлено относительно прошлого и будущего туманных спиралей, не будет допущено ни малейшего пренебрежения к грандиозной загадке звездных взаимоотношений.

Его аспект, если мы рискнем взглянуть на него во всей его полноте, огромен и внушителен. Не сейчас, как в прежние времена, наука о происхождении и судьбе занимается простым фрагментом творения — единственной звездой и ее крошечными спутниками-глобусами, один из которых является временным пристанищем человеческой расы, — а целым, бездонным космосом. Неясное и неизмеримые неопределенности галактической истории привлекают или вынуждают к себе внимание. Мы знаем ровно столько, чтобы разжечь наше желание узнать

гораздо больше. Распределение звезд и туманностей легко увидеть как результат замысла. Мы не можем не спросить себя, какими средствами был выполнен замысел? Как все было упорядочено, когда эти средства начали применяться? Как они будут упорядочены, когда все будет сделано? Поскольку конечное условие, по-видимому, еще не достигнуто. А если нет, то для достижения высшей цели должны быть задействованы силы, которые, возможно, не слишком тонки для нашего понимания. Тем временем факты, имеющие отношение к звездному строительству, усердно собираются и просеиваются, и мы поступим правильно, если приостановим спекуляции до тех пор, пока не станет известно их более важное значение.

Научные изыскания на этом не прекращаются. Они стремятся проникнуть в тайну более глубокую, чем тайна рассеяния в пространстве звезд и туманностей. Из чего они сделаны? возникает следующий вопрос. Какова природа первичного мирового вещества? Откуда оно получало тепло? Каким образом ему было придано движение? Если настаивать на том, что подобные темы ускользают от понимания конечного разума и принадлежат к секретам творческой силы, мы можем ответить, что мы не имеем права и не способны провести произвольную черту, за которую не должны преступать наши блуждающие мысли. Мир был, по прямому указу, предоставлен для их прогулок, и не наше дело ограничивать их свободу. Нам не нужно бояться подобраться слишком близко к сердцу тайны; в неизвестном нет конечной остановки, к которой мы могли бы добраться экспрессом; в некотором смысле, мы всегда начинаем и никогда не приближаемся к нашей цели. Но это потому, что она отступает перед нами. По правде говоря, мы продвигаемся вперед; и по мере того, как мы продвигаемся, туман рассеивается, и мы видим проблески нерушимого порядка, непроницаемого великолепия. Тогда не нужно будет отказываться от наших исследований в отчаянии из-за того далеко идущего характера, который они спонтанно приняли.

С самых ранних времен существовала тенденция рассматривать разновидности материи как производные. Предполагалось, что они добыты сверхъестественной силой или действием присущего им закона из некой универсальной недифференцированной субстанции. Мы, современные люди, называем это вещество "протил",^[51] и считаем, что находимся в экспериментальном контакте с ним. Последствия этой точки зрения мы рассмотрим в следующей главе.

СНОСКИ:

[50] *Cp. Jeans, Astrophysical Journal*, том. xxii., с. 93.

[51] Термин, обозначающий "первую материю", сконструированный из соответствующих греческих слов Роджером Бэконом и возрожденный сэром Уильямом Круксом.

ГЛАВА IX

ПРОТИЛ: В ЧЕМ ДЕЛО?

Понятие изначальной формы материи встречается нам на каждой стадии космогонических рассуждений. Это результат инстинктивного убеждения в том, что, если бы мы только могли

"приподнять нарисованную завесу" явлений, оказалось бы, что реальные дела Вселенной протекают на заднем плане, "без спешки и отдыха", по устоявшемуся плану, везде одинаковому; что единообразие является фундаментальным, разнообразие лишь случайным; и что преобразования единой упрощенной субстанции могли бы быть представлены единственной формулой, открытие которой дало бы в наши руки главный ключ к запертым тайнам вселенной. Среди неискушенных мыслителей некий знакомый вид материи, идеализированный и обобщенный, обычно обозначал типичный мировой материал. Вода была первым фаворитом. Фалес, "мудрец" из Милета, создал свой космос путем осаждения из водного раствора, и многие дикие племена изобрели аналогичные способы. Анаксимен считал воздух универсальным растворителем; Гераклит заменил его огнем и разработал схему того, что сейчас часто называют "элементарной эволюцией". Он полагал, что из вечного "потока вещей" не были исключены четыре субстанции, выбранные Эмпедоклом в качестве основ природы, и фрагмент его схемы сохранился в признании Фрэнсисом Бэконом взаимной конвертируемости воздуха и воды. В основном, однако, автор "Нового органа" придерживался парацельсианской доктрины элементарной триады,^[52] хотя он считал ассоциацию соли как фундаментального "принципа" с серой и ртутью неуместной и ненужной.^[53]

Эти сумеречные фантазии поблекли в растущем свете химической науки; однако ментальная потребность, которую они временно утолили, осталась, и ее нужно было каким-то образом удовлетворить. "Ur-Stoff" по-прежнему пользовался спросом, но девятнадцатый век, как это характерно, пытался обеспечить его по весу и мере. Комбинированные эквиваленты Далтона подтвердили водородную гипотезу Праута. Стоявшая перед нами проблема состояла в том, чтобы найти элементарный атом, из различных комбинаций которого могли бы образоваться все остальные химические атомы. Условие, которое необходимо было выполнить, состояло в том, что их вес должен быть точно кратен весу единицы измерения, и оно было близко к выполнению атомом или полуатомом водорода. Тем не менее, это был случай, в котором приблизительное согласие оказалось бесполезным; неблагоприятное решение весов в конце концов стало безошибочным; и Праут благоразумно вернулся в 1831 году к^[54] вопросу о способе получения самого водорода из какого-либо тела, находящегося ниже по шкале. Короче говоря, его гипотеза растворилась в догадке. В нем лишь подчеркивалось условие, что "против" древних должен быть таким, который служил бы не только для физического объединения суммы вещей, но также и как субстрат всех химических видов.

Между тем теоретические поиски этого метода велись в самых разных областях исследований. Рассуждения Лапласа, не в меньшей степени, чем наблюдения Гершеля, привели к представлению о некоем "огненном тумане" как о подлинной звездной плазме. Но его природа и свойства оставались неопределенными или присваивались по произвольному выбору предприимчивых космогонистов. Таким образом, "сияющая жидкость" космоса была "всем по очереди и ничем длинным", пока сэр Уильям Хаггинс в 1864 году не придал ей спектроскопическую индивидуальность. "Опознавательным знаком" туманности является ярко-зеленый луч, по излучению которого становится известно о ее конкретном существовании. И все же то небольшое, что к тому же было о нем известно, не позволяет отождествить его *синформационной* материей античной философии. Мы должны ожидать, что это самое тонкое из всех веществ. Профессор Кэмпбелл, однако, собрал указания на то, что туманность плотнее водорода. По крайней мере, его светимость, которая неизменно ассоциируется с светимостью

водорода, распространяется менее широко в тех же формациях; она ограничена более низким уровнем. Таким образом, атом туманности не является химической или космической единицей.

Эта уклончивая сущность или нечто, любопытным образом имитирующее ее, оказалось менее загадочного происхождения. Сэр Уильям Крукс вполне обоснованно претендует на почтенное обозначение протила для "лучистой материи", впервые полученной в его вакуумных трубках почти тридцать лет назад. Открытие было удивительным и непрощенным, и его значение до сих пор не оценено. Материя переходит в "четвертое состояние", в котором она не является ни твердой, ни жидкой, ни газообразной,^[55] под действием электрического разряда в высоком вакууме. При истощении примерно одной миллионной атмосферы способ ее прохождения резко меняется. Теплопроводность уступает место конвекции. Световые эффекты исчезают. Трубки перестают светиться яркими разноцветными полосами; полюса больше не отмечены мерцающими ореолами или кисточками; видно только зеленое свечение там, где на стеклянные стенки сосуда ударяется поток вылетающих частиц. Они исходят со скоростью, равной половине скорости света, исключительно от отрицательного полюса, положительный полюс остается инертным. Отсюда и название "катодные лучи", данное Гольдштейном носителям электричества в лампочках с большим разрядом.

Эти таинственные, сверхчувственные агенты обладают определенными свойствами. Их траектории отклоняются в магнитном поле; они могут пересекать металлические пленки; и их исследование на открытом воздухе, ставшее таким образом возможным, показало, что они обладают фотографической эффективностью и способностью разрушать электрическую изоляцию; более того, они переносят отрицательный заряд фиксированной величины и обладают определенным импульсом. Таким образом, они, несомненно, не являются простыми пульсациями эфира; если только наши чувства не "подводят и не обманывают нас", их качество материально. Материально, но не совсем в обычном значении этого термина. Наиболее существенным свойством катодных лучей является то, что они остаются неизменными из-за химического разнообразия образующихся газов.^[56] Водородная трубка дает то же излучающее вещество, что и кислородная или азотная трубка. Итак, здесь, наконец, мы имеем в пределах нашего досягаемости недифференцированную субстанцию — материю, еще не специализированную, ни молекулярную, ни атомарную, материю, лишенную сродства, неподвластную законам сочетания, — материю в ее зачаточной и, возможно, окончательной форме; одним словом, долгожданный протил.

Уже в 1879 году сэр Уильям Крукс предположил, что бесконечно малые ракеты, вылетающие из катода, являются "краеугольными камнями, из которых состоят атомы".^[57] А в 1886 году он более решительно назвал их сырьем для атомов, которые, по мнению сэра Джона Гершеля, несли на себе безошибочный отпечаток "промышленного изделия". Ни его отец, ни мать не знали, из чего состоят атомы. недавний комментатор воздержался от попыток дистанционно разгадать метод их строительства или указать пальцем на побочные продукты и остатки, связанные с ним,^[58] хотя он чувствовал себя вынужденным перенести космическую фабрику на край света, где могут происходить невообразимые вещи. Все это, действительно, казалось в поздневикторианскую эпоху чем-то вроде восхождения на коня Астольфо для полета на Луну; и здравый смысл назвал это достаточно фантастичным, чтобы "заставить Демокрита плакать, а

Гераклита смеяться".^[59] Но с тех пор мы научились у самой Природы некоторой терпимости к дерзостям.

Шаг за шагом новый порядок идей неудержимо выходит на первый план. Своим происхождением он был обязан мастерству сэра Уильяма Крукса в создании высокого вакуума и последующему развитию в его трубках лучевых эффектов. Затем, в 1879 году, для них было заявлено о вселенской важности, и материя в "четвертом состоянии", благодаря возрождению грез древних, расширилась до своего рода визионерского прототипа. Филипп Ленард сделал следующий шаг к его реализации, просунув его в 1894 году в алюминиевое окно и понаблюдав за его поведением по отношению к обычной материи. Два года спустя на сцену вышли рентгеновские лучи, и еще до конца 1896 года Беккерель, спеша по следам новинок, наткнулся на важное открытие радиоактивности.

Последовал пересмотр идей. Пришлось отказаться от некоторых проверенных временем допущений; было обнаружено, что так называемые законы нуждаются в уточнении; следовательно, старая система физики вышла из строя, и много времени и терпеливого труда должно быть затрачено на настройку новой и усовершенствованной системы, призванной заменить ее. Ведущим и неоспоримым фактом реальной ситуации является то, что ряд доселе неожиданных видов энергии был раскрыт как широко действующий в природе. Все они имеют "лучистый" характер. Они движутся по прямым линиям с огромной скоростью; они начинаются с материальной основы и оказывают различные эффекты при достижении материальной цели. Итак, эти эффекты очень похожи, несмотря на то, что сами лучи радикально отличаются. Катодные частицы являются корпускулярными. Они состоят из струящихся частиц, каждая из которых, по словам профессора Дж. Дж. Томсона, составляет примерно одну тысячную массы атома водорода. Другие, упомянутые "альфа-лучи", являются атомарными; предполагается, что они объединяются в гелий. Наконец, разновидность Рентгена эфирна; они состоят из световых вибраций, уменьшенных по масштабу и соответственно увеличенных по частоте.

Что наиболее примечательно, так это то, что эти различные формы деятельности разными средствами приводят к практически одинаковым результатам. На самом деле их можно различить только при тщательном наблюдении. Они обладают общими, хотя и не в одинаковой степени, способностями проникать сквозь непрозрачную материю, производить впечатление на чувствительные пластины, вызывать флуоресценцию; в то время как под воздействием катодных и рентгеновских лучей, а также ультрафиолетового света изолированные электрические заряды рассеиваются и исчезают. Существует, однако, одно четкое различие между катодными и рентгеновскими лучами в чувствительности первых и безразличии последних к магнитному воздействию. Таким образом, по-видимому, только наэлектризованная материя отделена от того, что мы называем эфиром. Магнит действует только на тела, несущие электрический заряд; так что, если бы летающие частицы можно было получить в нейтральном состоянии, единственное ощутимое различие между различными видами лучей исчезло бы. Но это, очевидно, невыполнимо. Действительно, передовые физики упраздняют материальный субстрат частицы и приписывают ее атрибуты связанному с ней атому электричества. Во всяком случае, нельзя отрицать, что электрические связи материи становятся более интимными по мере углубления нашего анализа ее строения. Эфир, электричество, материя - все это, кажется, сливается воедино в пределе; их различия в конечном счете ускользают от определения. Таким образом, животная и растительная жизнь, по-видимому, сливаются на своих начальных стадиях и расходятся по мере продвижения к более высокому совершенству.

Различные отрасли неорганической природы, возможно, также происходят от общего источника. Наши способности различать не в состоянии разделить их, когда мы прослеживаем их вниз; но это может быть из-за неадекватности руководящих принципов, которыми мы располагаем. Требуется больший синтез для согласования множества фактов, в настоящее время сгруппированных несообразно или оставленных в непостижимой изоляции; и его становится все труднее достичь из-за постоянного роста специализации. Год от года накапливаются детали, и держать их в уме становится все труднее; и все же то, что *можно* узнать *must* быть известно в основном как предварительное условие для расширения господства признанного закона в Природе.,,

Тем не менее, рано или поздно богатство недавно приобретенного нового опыта, несомненно, будет использовано в полной мере. Прямо сейчас, мы можем лишь приблизительно понять его далеко идущее значение. То, что он имеет глубокое отношение к древней проблеме происхождения видимых вещей, достаточно очевидно. Вопросы о том, что такое материя и как она возникла, были очищены от некоторых метафизических паутин, опутывающих их *ab antiquo*, и настойчиво требуют определенного подхода с помощью точных методов. Действительно, нам следовало бы тщетно стремиться достичь — или постичь, даже если бы мы могли достичь — абсолютного начала. Процитируем слова клерка Максвелла: "Наука", [60] он писал: "Наука некомпетентна рассуждать о создании самой материи из ничего. Мы достигли предельного предела наших мыслительных способностей, когда признали, что, поскольку материя не может быть вечной и самосущей, она, должно быть, была создана." Таким образом, открытие, что атомы распадаются на частицы, ни на йоту не приближает нас к разгадке тайны, но оно в высшей степени наводит на размышления о вторичных процессах.

Знакомство с ультраатомной материей, начатое в узких пределах "трубок Крукса", быстро продвинулось вперед с тех пор, как "радиология" заняла свое место среди наук. Ибо с того времени, когда Беккерель впервые увидел пластину, потемневшую от фотогеничных урановых снарядов, а мадам Кюри отсееяла радий из отходов шахт Иоахимсталя, линии доказательств неуклонно сходились к выводу, что химические атомы не только делимы, но и что их распад происходит самопроизвольно, неудержимо, в огне, воздухе, земле и воде, как часть регулярной экономии Природы.

Поясню далее. Радиоактивные тела состоят — согласно правдоподобной гипотезе Резерфорда — из атомов, находящихся в неустойчивом равновесии. Постепенных изменений, связанных с их собственной внутренней деятельностью, достаточно, чтобы привести к их разрушению. И их взрывоопасный характер, очевидно, связан с громоздкими размерами, поскольку уран, торий и радий, три вещества, обладающие наибольшей радиоактивностью, обладают самыми высокими атомными весами, известными химии. Таким образом, неустойчивый баланс каждой из этих сложных, хотя и бесконечно малых систем последовательно нарушается, независимо от внешних условий или окружения, их составные части выбрасываются за пределы с выделением почти невероятного количества энергии. Их продукты включают катодные лучи; вещество в "четвертом состоянии", вещество в тысячу раз тоньше водорода, выбрасывается потоками из саморазрушающихся атомов радия. Более того, испускаемые лучи эквивалентны токам отрицательного электричества. Каждая частица несет в себе электрон или сама является электроном, поскольку выбор между альтернативами открыт. В любом случае, мы сталкиваемся с материей, по-видимому, в ее окончательной форме; и к этой форме обычные материальные тела имеют тенденцию редуцироваться. Электроны справедливо можно назвать

повсеместными. Они возникают в пламени, вблизи любых очень горячих масс, везде, где ультрафиолетовый свет падает на металлическую поверхность;[61] они свободно генерируются рентгеновскими и катодными лучами; они являются агентами электрической передачи в проводниках.

Таким образом, повсюду во Вселенной атомы находятся в процессе разложения на частицы. Но под рукой нет никакой информации о месте или способе их восстановления. Отходы и разложение являются патентом; процессы компенсации остаются погребенными в неизвестности. Действительно, сэр Уильям Крукс предвидит полное погружение в некую бесконечно отдаленную эпоху материальной субстанции в протил, "бесформенный туман" хаоса. Он предполагает тождество прошлого состояния и будущего, оставляя, однако, настоящее необъясненным. Распад материи, по сути, не делает ее конструкцию более понятной. Сокращение - это операция иного порядка, чем свертывание. Это расходование резерва сил. Для этого не нужно никаких усилий; оно выполняется само собой. Но создание резерва для расходов требует предусмотрительности и преднамеренных усилий; это подразумевает продуманное применение силы.

Теперь каждый атом - это хранилище энергии, представляющее собой силу, примитивно применяемую для того, чтобы связать несколько тысяч свободных электронов в гармонично работающую систему. Его разрушение сопровождается рассеиванием энергии, ранее накопленной в нем; и то, что атомные системы не рассчитаны на неопределенный срок службы, является одним из самых удивительных современных открытий. Секрет их первоначальной конструкции, тем не менее, непостижим. То, что они состоят из протила — что их кластеризующие элементы представляют собой частицы, движущиеся под сильным механическим контролем, — более чем вероятно. И закон порядка, обозначаемый так называемыми "периодическими" соотношениями химических элементов, показывает, что их сочетание было очень далеко от случайности. Но за пределами этой точки нет опоры для отчетливой мысли. Мы также не знаем, продолжается ли в настоящее время процесс создания материи из протила или же он был завершен раз и навсегда в бездонные предшествующие времена, и теперь распад является окончательным. Маловероятно также, что нам когда-либо удастся с узнаваемостью запечатлеть совершенно новый атом, только что отчеканенный для космического обращения.

СНОСКИ:

[52] Впервые представлен Базилиусом Валентином. См. издание Фаулера "*Нового органа*", стр. 576, примечание.

[53] Таким образом, мы возвращаемся, как заметил мистер Фаулер (*лок. цит. по*), к более ранней точке зрения Гебера.

[54] *Национальный биографический словарь*, том. xlv., стр. 426.

[55] Крукс, *Философские труды*, том. clxx., стр. 163.

[56] Дж. Дж. Томсон, *Разряд электричества через газы*, стр. 195; *Философский журнал*, том. xlv., стр. 311.

[57] *Наука*, 26 июня 1903г.

[58] *Труды Химического общества*, 2 марта 1888г.

[59] *Times*, 30 марта 1888г.

[60] *Британская энциклопедия*, статья "Атом".

[61] Флеминг, *Труды Королевского института*, том. xvii., с. 169.

ГЛАВА X

ВСЕЛЕНСКИЕ СИЛЫ

Мы считаем столь же невозможным представить материю без силы, как и силу без материи. Эти два способа действия, или бытия, неразделимы. И все же наш разум проводит между ними четкое различие; они придают миру двойственный аспект. Феномены - это не простые проявления бестелесной энергии, если такое вообще возможно; у них есть существенная основа, которая, тем не менее, ускользает от понимания и, кажется, ускользает в небытие, если мы попытаемся очистить ее от нематериального содержания. Они также не заряжаются энергией в пустоте. Они и тела, которые они оживляют, познаваемы только в сочетании и существуют, насколько мы понимаем, только при условии взаимной зависимости. Все, что мы можем сделать для их различения, - это сосредоточить наше внимание преимущественно на одной или другой стороне вещей и таким образом облегчить мышление, проводя идеальные демаркационные линии.

Точно так же, как существует множество форм материи — все они возникают, как нас заставляют верить, из недифференцированного фундаментального мирового вещества, — так и существуют различные виды силы, сводимые, возможно, без исключения, к одному универсальному принципу. Их взаимосвязь, действительно, уже в значительной степени продемонстрирована; известно, что тепло, свет, электричество и кинетическая энергия эквивалентны и взаимозаменяемы; но есть выдающиеся виды деятельности, которые сопротивляются ассимиляции и, по-видимому, возникают в условиях, отличных от остальных. Силы проявляют себя главным образом через притягательные и отталкивающие эффекты, варьирующиеся в соответствии с их природой и изменением сопутствующих обстоятельств. Мельчайшие частицы материи, например, сцеплены; они цепко держатся вместе; однако никакое давление не помогает привести их в действительный контакт; в определенной точке взаимного сближения они развивают неодолимую силу сопротивления любым дальнейшим посягательствам на их отдельные молекулярные области. И именно эта способность придает материи ее отличительное свойство твердости. Оно становится осязаемым только благодаря своей неподатливости ограничениям.

Ни способ действия, ни природа сил, с помощью которых молекулы организуются в массы, неизвестны; в то время как сила, действующая на организованные таким образом массы и регулирующая своим действием механизм Вселенной, столь же непостижима для понимания. Удивление по поводу его результатов притупляется привычностью; представленные нам как новинки, они должны быть произнесены так, чтобы возмутить разум. Соотношения силы

тяжести предельно просты; и именно по этой причине они в высшей степени запутанны. Они управляются одним неизменным законом, одним и тем же везде и при любом разнообразии условий в пределах диапазона эксперимента или точного наблюдения. Она беспристрастно управляет всеми видами и качествами материи, не обращая внимания на ее состояния или комбинации, игнорируя ее подверженность химическим, тепловым, магнитным или электрическим воздействиям. Гравитация не только безразлична, но неизбежна и неумолима; ее влиянию невозможно сопротивляться; никакой экран не служит укрытием от ее воздействия; она равномерно распространяется во всех направлениях, ослабевая, подобно волновому движению, в строгой пропорции своего распространения от центра по последовательным сферическим поверхностям. Однако его самой необычной особенностью является кажущееся безразличие ко времени. Гравитационное притяжение происходит практически мгновенно; его передача — если она вообще может быть передана — происходит в миллионы раз быстрее, чем у света; самые точные тесты до сих пор не выявили симптомов задержки. Они проявляются в незначительных расхождениях между рассчитанными и наблюдаемыми возмущающими эффектами на небесах.

Действие силы тяжести, если она распространяется с конечной скоростью, должно различаться для тел, сохраняющих неизменное расстояние от ее источника, и для тел, движущихся к нему или от него. Их движение изменило бы закон притяжения.^[62] Однако до настоящего времени оказалось невозможным обнаружить малейшее отклонение от простого правила обратных квадратов. И снова проникающая способность этой странной силы кажется абсолютной и безграничной. Из обычного опыта мы знаем, что мы не можем уменьшить вес объекта, установив какой-либо щит между ним и землей; и никакие усовершенствования в экспериментах не помогут изменить этот результат. То, что это так, является счастливым обстоятельством для гармонии мира. Мы можем смутно представить себе буйство суматохи, которое возникло бы, если бы пролетающий глобус мог перехватить притяжение, как это происходит со светом, центральной управляющей массы. Но из чудесно выверенного вселенского порядка исключены гравитационные затмения; и самое плотное тело не отбрасывает даже малейшей гравитационной тени.

Природа силы, столь необычно обусловленной, почти непостижима; и все же безуспешны попытки постичь тайну, которая ее окружает. Профессор Осборн Рейнольдс в лекции Rede за 1902 год утверждал, что пришел к "полному, количественному, чисто механическому объяснению причины гравитации", основанному на "дилатансии" зернистой среды при плотном нагромождении. Но его действующая модель вселенной, вероятно, запомнится только как урок "инверсии идей", показывающий, что при умелом использовании изобретательности из антагонистических гипотез можно вывести довольно согласованный результат явлений. С точки зрения этого автора, материя эквивалентна дефициту массы, пространств, в которых находятся его космические частицы, относительно мало, потому что их расположение неуместно, они движутся навстречу друг другу под давлением окружающей среды, в которой они компактно размещены и, следовательно, многочисленны. Таким образом, действующие силы в природе поставлены в зависимость от сжатия более плотной средой межпространственных участков более разреженной консистенции, образующих то, что мы называем материей. Эту теорию трудно, если не невозможно, принять не потому, что она предполагает ниспровержение концепций, которые могут корениться в привычных способах мышления, а не в абсолютной истине, а из-за ее поразительных постулатов и большой пустоты. Чтобы быть действительной,

она должна быть полной; и на огромном пространстве земли, которое она покрывает с удивительным, хотя и частичным успехом, есть очевидные пропасти.

The *Множественное возрождение* поэта подтверждается революциями не только в речи, но и в мысли. Полеты мельчайших материальных частиц часто служили делу теоретиков, и не только одним способом, и столь же часто были преданы позорному забвению; но они снова вошли в моду. Жорж Луи Лесаж из Женевы посвятил шестьдесят три из семидесяти девяти лет своей жизни, которая закончилась в 1803 году, разработке механического обоснования силы тяжести, впервые представленного миру в "*Трудах Берлинской академии наук за 1782 год*" и с подробностями усиления в его "*Характеристике механического тела*", отредактированной Пьером Прево в 1818 году.[63] Предлагаемое им объяснение молярного притяжения заключалось в предполагаемых непрекращающихся столкновениях "ультрамирских корпускул", несущихся в бесчисленных количествах и с невероятными скоростями из ниоткуда отовсюду и, таким образом, способствующих взаимному сближению масс грубой материи. Это предполагало бесконечно малый экранирующий эффект, приводящий к небольшому неравенству в силе бомбардировки на защищенных и незащищенных сторонах тел, подвергающихся ее воздействию. Это неравенство, по сути, было принято за *causa causans* силы тяжести. Однако его определение столкнулось с трудностями. Для этого требовалась незначительная степень непрозрачности во всех видах материи, в то время как совершенная гравитационная прозрачность подтверждается самыми тонкими наблюдениями. Лесаж, таким образом, свел ограничения, наложенные на его частицы, к минимуму; например, одна из десяти тысяч в лучшем случае может быть перехвачена земным шаром.[64] Однако даже этого незначительного меньшинства было бы достаточно, благодаря передаче их импульса препятствующим телам, чтобы наделить их отмеченным свойством тяготения.

Клерк Максвелл выдвинул возражение, что сопутствующая потеря кинетической энергии корпускулами должна, если ее преобразовать в тепло, раскалить все тяготеющие тела добела. Но профессор Дж. Дж. Томсон считает, что переданная корпускулярная энергия могла бы, вместо того чтобы вновь проявляться в тепловой форме, быть преобразована в некоторые виды излучения с высокой проникающей способностью, способные незаметно выходить в окружающее пространство.[65] "Простой расчет, - добавляет он, - покажет, что количество кинетической энергии, преобразуемой в секунду в каждом грамме гравитирующего тела, должно быть значительно больше, чем количество кинетической энергии, выделяемой за то же время одним граммом радия". От этого следствия теории Лесажа захватывает дух; "басни Талмуда" кажутся, по сравнению, в которое легко поверить; тем не менее, Лорд Кельвин[66] объявил ее в 1873 году более полной в объяснительном смысле и не более сложной в своих предположениях, чем кинетическая теория газов.

Во всяком случае, его фундаментальный постулат был любопытным образом подтвержден в ходе недавних исследований тайн физики. Сущности, в какой-то степени соответствующие сверхземным частицам женевского философа, действительно существуют. Электроны постоянно выбрасываются из тел во всех частях Вселенной; они испускаются при всех мыслимых условиях и в неограниченном количестве. Космос, возможно, переполнен ими; ни один материальный объект не может быть освобожден от их многочисленных столкновений, которые начинают приниматься во внимание во многих космических спекуляциях и, безусловно, не могут быть проигнорированы в попытках решить самую очевидную для поверхностного восприятия, самую сложную при глубоком рассмотрении из всех космических

проблем. Но есть одно фатальное возражение против электронной теории тяготения. Агентство сослалось на то, что путешествия слишком медленные, чтобы быть доступными для требуемой цели. Есть основания полагать, что скорость света устанавливает предел, который невозможно превзойти или даже достичь скоростью электронов; и все же она несравнимо меньше скорости гравитационного переноса.

Тиссеран оценил в шесть миллионов раз превышающую скорость распространения света минимальную скорость, с которой должно распространяться притяжение Солнца ввиду незаметности при наблюдениях за планетами эффектов, соответствующих неравенству во времени; [67] и это значение можно считать достоверным. Столь колоссальное расхождение исключает какое-либо объяснение взаимного притяжения тяжелых масс; частицы Лесажа остаются "сверхземными"; их идентификация с известными атомами или субатомами, по-видимому, исключена; никакие продукты ионного распада не обладают качествами, которые им обязательно приписываются.

Тогда мы неизбежно обращаемся к менестрелю тайн, банку неплатежеспособных в спекуляциях, ко всесильному эфиру. Эфирные излучения обладают импульсной силой; световое давление обеспечило себе признанный статус среди космических агентов; и каждая вибрационная система светящегося типа, несомненно, обладает способностью, с помощью которой свет стремится продвигать мельчайшие частицы вперед по линиям своего распространения. Профессор Дж. Дж. Томсон, соответственно, считал, что, если бы не недостаток их недостаточной скорости, "очень проникающие рентгеновские лучи" могли бы с успехом быть заменены корпускулярными потоками в качестве причины силы тяжести. [68] Они были бы в какой-то незначительной степени поглощены встречающимися массами, которым они придали бы пропорциональное количество импульса. Два тела, взаимно затеняющие друг друга, при таких обстоятельствах притягивались бы друг к другу с силой, изменяющейся обратно пропорционально квадрату расстояния; и если бы в дальнейшем они поглощали падающие лучи строго в меру своей плотности (как приблизительно показывают наблюдения), притяжение увеличивалось бы в том же соотношении, что и произведение их масс. Но рентгеновские лучи распространяются точно со скоростью света; на самом деле это ультра-невидимый свет; и поэтому их следует рассматривать как безнадежно некомпетентные для объяснения воздействия, передаваемого по меньшей мере в шесть миллионов раз быстрее.

Это было полностью признано доктором Х. А. Лоренцем, [69] который пять лет назад взвесил колебательную гипотезу гравитации на весах строгих расчетов и нашел ее недостаточной. Его уравнения привели к неожиданному результату: если бы его постулаты были приняты, отмеченное притяжение между массивными телами могло бы существовать только за счет непрерывной траты электромагнитной энергии. Но это, конечно, недопустимо. Теория, предполагающая такое следствие, осуждает саму себя, не говоря уже о совершенно неадекватной скорости распространения, обеспечиваемой ею.

Гипотезы импульсации, будь то корпускулами или лучами, были безнадежно дискредитированы, и доктор Лоренц вернулся к полузабытой гипотезе Мозотти, которая, несмотря на шестидесятилетнюю давность, показалась ему способной быть адаптированной к современным требованиям. Оно имело электрическую природу и в новой форме, приданной ему, предполагало, что гравитационное действие зависит от напряжений эфира из-за возмущающего воздействия положительных и отрицательных ионов, составляющих обычную

материю. Эти "состояния" медиума различны по своему характеру; они не могут нейтрализовать друг друга; и знакомый закон притяжения представляет их результирующий эффект. Чтобы осуществить это, многое должно приниматься как должное; и все же гипотеза может претендовать на одну исключительную прерогативу. Хотя возмущения, вызываемые им, распространяются в эфире не более чем со стандартной скоростью света, из исследования доктора Лоренца явствует, что из-за определенных изменений в свойствах среды, производимых движущейся материей, планетарные возмущения, свидетельствующие о потере времени при гравитационной передаче, согласно электрической теории, были бы настолько малы, что не поддавались обнаружению. Что касается этого важнейшего момента, голландский физик нашел удачное объяснение, совершенно оригинальное и, так сказать, непрощеное.

"Волновая теория" тяготения, скорее озвученная, чем выдвинутая мистером Уиттекером в 1902 году,^[70] вселила надежды на то, что идеальная цель науки — полное объединение сил Природы — может, наконец, быть в пределах досягаемости. Основанный на поразительном математическом исследовании, он продемонстрировал притяжение между массами как, в некотором роде, интеграцию бесчисленных волновых возмущений, распространяющихся со скоростью, не поддающейся строгому определению, но, возможно, значительно превосходящей скорость гравитации. Не было сделано никаких предположений относительно основного способа или причины возбуждения, однако нам показалось важным узнать, что среда, о которой мы знаем в космосе, может быть способна передавать силу притяжения. Однако, к сожалению, физическая основа этого обнадеживающего соответствия оказывается слабой или несостоятельной. Математическая мельница работает великолепно, но зерно, заливаемое в нее, сомнительного качества. Лишив результат мистера Уиттекера его чисто аналитической формы, доктор Джонстон Стоуни показал, что в его уравнениях скрыто предположение о крайней невероятности, которое, по его заключению, нельзя всерьез рассматривать как соответствующее реальности вещей.^[71]

Тогда, по-видимому, не было бы альтернативы, кроме как принять *временно* электродинамический взгляд на природу гравитации. Если это не правда, это, по крайней мере, не является очевидной ложью. Благодаря своей утонченности это ускользает от прямого опровержения. А метод исключений, устраняющий конкурентов, фактически оставил его в своем распоряжении.

Нет ничего более любопытного в истории новейшей науки, чем постоянный и непреодолимый рост, который она фиксирует в значении электрических явлений. Все остальные имеют тенденцию сливаться с ними; самые разнообразные данные опыта претендуют на то, чтобы быть переведенными в электрическую терминологию. Конечно, этот процесс не делает их более понятными, но он, во всяком случае, устраняет путаницу, возникающую из-за множества точек зрения. Таким образом, в конечном итоге мы обнаруживаем, что электрические силы (если их можно так обозначить) раскачивают мир. В чем они по существу заключаются, мы не можем сказать; максимум, на что можно разумно надеяться, — это прийти к четкому представлению о способах действия, сведенных к антагонистическим напряжениям, с помощью которых можно поддерживать игру и противодействие вселенной. И в этой степени мы находим возможным понять, как электричество управляет эфирным механизмом. Это сильно дуалистично. Чем ближе мы подходим к основам природы, тем резче различаются положительные и отрицательные заряды.

Тем не менее некоторые исследователи придерживаются мнения, что отрицательное электричество является единственным материальным видом, и что его дополнением является обычная материя, лишенная некоторых своих отрицательных частиц. Это, по сути, возрождает "теорию единой жидкости" Франклина, только с заменой отрицательного электричества на положительное в качестве активного начала.[72] Но мы сталкиваемся с сомнением, можно ли сказать, что "обычная материя" существует сама по себе. Если это так, способ его существования становится все более и более трудным для понимания, поскольку ассоциация массы с зарядом выходит на передний план мысли.[73] Более того, заряд является или создает "состояние эфира" (используя неудовлетворительную общепринятую фразу); и поскольку эфир способен к противоположным искажениям, воздействие на него противоположных зарядов противоположно и похоже, хотя, возможно, и не эквивалентно; отсюда "теория двух жидкостей" получает *первичную* рекомендацию как простейшая, хотя и грубая интерпретация электрических явлений. Они вездесущи; хотя мы лишены органов чувств для их восприятия, мы все же косвенно распознаем их присутствие со всех сторон. Если объединение сил в природе достижимо, то из них, несомненно, будет выведена объединяющая формула. Электричество - это *двигатель развития*; и все же оно само по себе является самой непостижимой из загадок.

СНОСКИ:

[62] Лоренц, *Труды Амстердамской академии*, 1900, стр. 565.

[63] Сэр У. Томсон, *Философский журнал*, том xlv., четвертая серия, 1873. В том, что написано выше, из этого ценного документа было взято много подсказок.

[64] Сэр У. Томсон (лорд Кельвин), *документальное издание*, стр. 323.

[65] *Электричество и материя*, стр. 159.

[66] *Loc. cit.*, стр. 331.

[67] *Traité de Mécanique Céleste*, tome. iv., p. 495.

[68] *Электричество и материя*, стр. 160.

[69] *Труды Амстердамской академии наук*, 1900, стр. 559.

[70] *Ежемесячные уведомления*, т. lxii., с. 619; т. lxiii., с. 258.

[71] *Ежемесячные уведомления*, т. lxiii., стр. 424.

[72] Дж. Дж. Томсон, *Электричество и материя*, стр. 88.

[73] *Там же.*, стр. 47.

ГЛАВА XI

НЕИЗБЕЖНЫЙ ЭФИР

Эфир - фундаментальный постулат физики. Его существование, ни в коем случае не очевидное, подразумевается всевозможными способами. Свойства, которые должны быть ему присвоены, безусловно, трудны для понимания. Нам нужна помощь вынужденных аналогий, чтобы позволить нам осознать, пусть несовершенно и расплывчато, способ, в котором он выполняет функции, очевидно, каким-то образом выполняемые. Но в конечном итоге все становится неясным; если наши размышления проникают достаточно глубоко, они всегда достигают непостижимого.

Первоначальный эфир был "квинтэссенцией" древних — разновидностью материи, которую смутно представляли как достаточно чистую и неподкупную, чтобы служить сырьем для небесных тел, при этом четыре обычных элемента были зарезервированы исключительно для подлунного использования. Различие, однако, в конце концов исчезло. Все сферы, от *primum mobile* до самой поверхности нашей низкой земли, пронизаны тонким способом действия, требующим для своей передачи механизмов более тонкого типа, чем те, которые можно было бы сконструировать из грубой повседневной материи. Явления света, когда их стали внимательно изучать, настоятельно требовали средства, универсально распространенного, неуловимого для восприятия, доступного только процессам рассуждения. Соответственно, Гук и Ньютон перенесли эфир через Роговые Врата страны грез в область реальности, где он стал предметом законных спекуляций людей науки. Задача, тем не менее, точного определения его свойств не принималась всерьез до начала девятнадцатого века, когда создание волновой теории света дало ощутимую опору идеям, касающимся средства распространения, и сделало эфир предметом размышлений.

От него требуется очень многое. Мы не можем позволить себе создать учреждение эфиров; должно хватить одного фактотума. На него возложены несовместимые функции. Это должен быть Атлас и Меркурий в одном лице. Это универсальный сторонник и универсальный посланник. Любое влияние или форма энергии, которые могут переходить из мира в мир, передаются с их помощью. Если "действие на расстоянии" недопустимо (как считал сам Ньютон), сила тяжести должна проявляться через среду; и здравый смысл настаивает на ее отождествлении с передающей средой света, а также на отождествлении этой среды с передающей средой электричества. Подлинное соответствие этим требованиям разума подтверждается не только открытием Герца о том, что электрический взрыв вызывает волнообразное возмущение, неотличимое, за исключением масштаба, от световых волн; но также и указанным выводом доктора Лоренца о том, что напряжения одной и той же эфирной сущности несут на себе всепроникающие предписания гравитации. Таким образом, единство среды можно считать окончательно установленным; сложные взаимодействия различных "жидкостей" больше не нужно принимать во внимание. Предоставить кому-либо возможности, подразумеваемые услугами, которые, по нашему мнению, он оказывает, действительно является достаточно сложной задачей.

В популярном представлении космический эфир фигурирует как более тонкий вид воздуха. Никакая идея не может ввести в большее заблуждение. Упругость, с помощью которой воздух

передает продольные звуковые волны, полностью отличается от упругости, с помощью которой эфир распространяет поперечные волны света. Воздух поддается давлению; следовательно, возмущение вызывает в нем волнообразные уплотнения из-за колебаний молекул газа вдоль линии, по которой распространяется слышимое волнение. Эфир, напротив, кажется совершенно несжимаемым; он не передает колебаний, направленных вдоль. Это крайне сбивает с толку. У нас нет опыта работы с материей, абсолютно устойчивой к давлению, но в то же время поддающейся, хотя и с большой неохотой, деформирующим нагрузкам.

Желеобразное твердое вещество является ближайшим, хотя и очень отдаленным, приближением к выполнению необходимых условий; и, соответственно, твердый эфир был в моде задолго до середины девятнадцатого века. Для твердого тела он обладал весьма своеобразными качествами; например, отсутствием сопротивления движению. По правде говоря, очевидно, что это было просто временное средство — научная фикция, которая могла сойти с рук до тех пор, пока ее не заменит что-то, менее отдаленно соответствующее фундаментальному факту. Наконец, с появлением электромагнитной теории света и модифицированных концепций, которые она принесла с собой, твердый эфир отошел за кулисы. Его свойства, хотя и противоречивые и неубедительные, не были выбраны произвольно; они были продиктованы необходимостью ситуации; и когда они менялись, спекулянты, естественно, прибегали к новым изобретениям.

Наиболее вероятной является среда, которая не является ни твердой, ни жидкой, ни газообразной в обычном смысле этого слова, но находится в идеальном состоянии "идеальной жидкости". Из такого эфира лорд Кельвин с исключительной изобретательностью сконструировал свои "вихревые атомы", которые "были в свое время и прекратили свое существование". Сейчас преобладают другие идеи. "Нынешняя тенденция физической науки, - писал покойный мистер Престон в 1890 году, [74] "состоит в том, чтобы рассматривать все явления природы и даже саму материю как проявления энергии, запасенной в эфире." Чем пристальнее мы вглядываемся в окружающие нас вещи, тем сильнее нас убеждают в том, что то, что мы называем эфиром, электричеством и материей, на самом деле являются различными формами энергии". одна первичная субстанция.

Недавно были разработаны две всеобъемлющие схемы молекулярной физики, основанные на этой объединяющей мысли, — одна доктором Лармором, другая профессором Осборном Рейнольдсом. У них нет ничего общего, кроме масштабности их синтеза. Во всех отношениях они радикально непохожи, за исключением того, что рассматривают неосязаемый эфир как единую материальную реальность. Доктор Лармор, однако, не совсем уверенно дает объяснения. Он не представляет однозначной теории Вселенной; его навязчивые тайны не игнорируются в его попытках их рационализировать. Он прекрасно осознает трудности, связанные с наделением эфира тем типом эластичности, которым он, как известно, обладает. Он может только предполагать, что это является результатом определенных режимов движения — "кинетической стабильности", возникающей в результате особого динамического состояния. Таким образом, среду можно рассматривать как пронизанную "структурой из запутанных или переплетенных вихревых нитей, которые могут сопротивляться деформации, образуя стабильную конфигурацию". [75] Но детали любой такой схемы действия, очевидно, слишком сложны, чтобы их можно было легко разгадать; что нас здесь беспокоит, так это указать на то, что никакая простая бесструктурная жидкость не может помочь поддерживать космические коммуникации.

В самом низшем смысле концепция эфира доктора Лармора - это концепция "вращательно-упругой среды".[76] Другими словами, эфир сопротивляется вращению вокруг оси. Силы, постоянно действующие на него, тем не менее, имеют вращательную природу; и, следовательно, возникают напряжения, выдаваемые нашему восприятию электрическими проявлениями. Считается, что каждый "электрон" является ядром какого-либо искажения или смещения,[77] и несет с собой при движении силовое поле. Из этих "точечных зарядов" по-разному строятся материальные атомы. Это "структуры в эфире", окруженные "атмосферами эфирного напряжения", а не "маленькие тела, оказывающие прямое воздействие на расстоянии на другие атомы в соответствии с посторонними законами силы", как это считалось ранее.[78] Очевидно, что новый взгляд выдвигает на передний план чрезвычайно тонкие вопросы, касающиеся природы "динамической передачи"[79]— в чем, по сути, заключается распространение энергии и с помощью какого механизма оно осуществляется; и в настоящее время они сводятся к следующему: неопровержимый. Согласно теории, которую мы пытаемся обрисовать, электричество является положительным или отрицательным в зависимости от направления возникающего напряжения. Положительный электрон можно представить себе похожим на спиральную туманность правостороннего типа, отрицательный - на левостороннюю спираль, или *наоборот*. Аналогия, возможно, причудлива, но она помогает получить мысленную картину объектов, которые, какими бы незначительными и неуловимыми они ни казались, могут быть началами и завершениями этого странного мира.

Во всяком случае, силы, с помощью которых она в настоящее время поддерживается, вызваны *ad libitum* пионерами современных исследований из эфирного плена. Действительность материи - это потенциальность в эфире. "Вся масса, - по мнению профессора Дж. Дж. Томсона, - это масса эфира, весь импульс - импульс эфира, а вся кинетическая энергия - кинетическая энергия эфира.[80] Только если это так, - добавляет он, - то плотность эфира должна быть неизмеримо больше, чем у любого известного вещества.

Это поразительное состояние, но, имея дело с подобными субъектами, мы должны быть готовы столкнуться с аномалиями. Они приходят, как призраки являлись Одиссею в Аиде, сначала один за другим, затем внушающей благоговейный трепет стайей. И все же, несмотря на возникающие из-за них затруднения, мы можем различить, с растущей уверенностью в проницательности, удивительную реальность универсального медиума. Это, в некотором смысле, единственная реальность. Ибо то, что открыто чувствам, подвержено изменениям. Мы можем представить себе, что видимая структура материального существования может рухнуть и раствориться, подобно "беспочвенной ткани видения", превратившись в кажущееся ничто. Но непостижимая субстанция для наших ограниченных представлений является нетленной. Эфир, несомненно, является местом интенсивной деятельности, которая, скорее всего, лежит в основе всех процессов в Природе. Однако вряд ли можно представить себе абсолютно однородную среду, способную возбуждать энергию или реагировать. Она должна обладать какой-то гетерогенностью; и гетерогенность, создаваемая, по мнению доктора Лармора, деформациями, связана, согласно теории профессора Рейнольдса, с внутренней структурой.

"Подмеханика Вселенной" здесь поставлена в зависимость от подгонки друг к другу невыразимо малых, идеально твердых частиц. Несовпадение приводит к образованию материи, которую, следовательно, можно было бы определить как "вышедший из строя эфир"; и

несоответствие может бесконечно распространяться от одного диапазона гранул к следующему. Это распространение в эфире ненормального расположения составляющих его частиц без какого-либо переноса самих частиц объясняет явления движущейся материи. Конкретное существование принадлежит только эфиру. Он состоит из круглых первичных атомов, диаметры которых составляют *семисоттысячно-миллионную часть* длины волны фиолетового света.[81] Они плотно прижаты друг к другу, но не настолько плотно, чтобы им не оставалось свободных путей, длина которых составляет в среднем *четыреста тысячную миллионную часть* их диаметров.

Этого невообразимо малого относительного движения, тем не менее, достаточно, чтобы сделать среду упругой; это, действительно, "единственная причина упругости во вселенной и, следовательно, первопричина упругости материи". Средне-и так образуется в десять тысяч раз плотнее, чем воды; он оказывает среднее давление 750 000 тонн на квадратный дюйм; коэффициент его поперечной упругости $9 + 10^{24}$ (С. Г. С. единицах); что дает скорость передачи совпадает с тем, что света на вибрации того же типа, в то время как продольные волны распространяются 2-4 раза быстрее. Схема также включает правдоподобное обоснование гравитации и электрических эффектов; так что есть много оснований утверждать, что ее автор изобрел "единственную мыслимую чисто механическую систему, способную учитывать все известные нам физические свидетельства во Вселенной".

Машине, безусловно, не хватает движущей силы; но это недостаток, который не может восполнить никакая человеческая изобретательность. Его источник скрыт в изначальной тайне творения. А что касается предварительных предположений, необходимых для построения атомарного эфира, то, как бы мы ни были склонны придирается к ним, нам, возможно, следовало бы действовать более мудро, следуя совету доктора Лармора, воздерживаясь от попыток объяснить "простую группу соотношений, которые, как было обнаружено, определяют активность эфира. "Мы скорее должны быть удовлетворены, - говорит он нам, - достижением их точной динамической корреляции, подобно тому, как геометрия исследует или соотносит, не объясняя, описательные и метрические свойства пространства".[82] Все же нельзя не отметить, что свойства пространства обычно не модифицируются в соответствии с потребностями демонстрации, в то время как свойства эфирной среды изменяются произвольным образом". усмотрение соперничающих космогонистов. В будущем, когда они станут более ясными, они, возможно, лягут в основу подлинной новой науки. Изучение эфирной физики уже сейчас вызывает глубокий интерес и внимание. Также невозможно игнорировать накапливающиеся признаки того, что это наложит ограничения на принципы, освященные авторитетом и до сих пор считавшиеся основополагающими.

Великий современный принцип сохранения энергии, например, может нуждаться в глянце; он может оказаться допустимым только с определенными ограничениями. Второй оплот научного здания подорван еще серьезнее. Ибо "теория деформаций" строения атома обязательно включает концепцию противоположных искажений, соответствующих положительному и отрицательному электричеству. И дальнейший вывод лежит совсем рядом, что они, комбинируясь, могут нейтрализовать друг друга. Таким образом, слияние положительного и отрицательного электронов должно привести к сглаживанию комплементарных напряжений, которые они обозначают; и за этим последовала бы аннигиляция пары предполагаемых предельных состояний материи. Это событие можно было бы назвать статическим эквивалентом разрушения света в результате интерференции. То, что его возможность должна

быть рассмотрена даже самыми предприимчивыми мыслителями, является обстоятельством, имеющим большое значение для подрывных тенденций недавних исследований.

Уже в мае 1902 года профессор Дж. А. Флеминг^[83] указал, что "если электрон является центром деформации в эфире, то каждому отрицательному электрону должен соответствовать положительный. Другими словами, электроны должны существовать парами такого рода, что их одновременное присутствие в одной точке привело бы к аннигиляции их обоих." Следствие, рассматриваемое таким образом абстрактно, находит конкретную реализацию, если принять предложение г-на Джинса,^[84] в процессах радиоактивности, которые, возможно, заключаются "в увеличении материальной энергии за счет разрушения из определенного количества материи. Следовательно, не было бы сохранения ни массы, ни материальной энергии".

Не далее, как в начале нынешнего столетия, подобные представления были бы отвергнуты как экстравагантные и парадоксальные; теперь нет выхода из серьезного и уважительного рассмотрения. Научный разум перестал возмущаться гипотезами относительно исчезновения массы и развития энергии. В конце концов, масса и энергия могут быть взаимозаменяемыми; во всяком случае, в наших медитациях они разделены менее жестко, чем это было раньше. Мы также не можем утверждать с какой-либо уверенностью, что частичное погружение в окружающую среду или выход из нее совершенно невозможны; универсальная структура, напротив, предстает перед нами в виде радужного фонтана, бьющего вверх из эфирного резервуара и падающего обратно в него.

К самому краю этого таинственного океана привела нас наука двадцатого века; и с трепетом удивления и благоговения мы стоим на его краю и обзираем его безграничные просторы. Слава небес преходяща, но неосязаемый, невидимый эфир непостижимым образом остается. Таким, каким оно является сегодня, оно уже было, когда произносили *Fiat Lux*; его начало, должно быть, было ровесником времени. Ничто или все, в зависимости от способа, которым это описывается, ускользает от общего внимания, в то же время мешая тщательному изучению. Его отрицательные качества многочисленны и сбивают с толку. Он не препятствует движению; он ощутимо не задерживает, не поглощает и не рассеивает свет; он пронизывает грубую материю и может даже участвовать в перемещениях грубой материи; однако его движение (если оно действительно движется) не влияет на скорость света.

Заглядывая, однако, под поверхность вещей, мы обнаруживаем, что полусказочная квинтэссенция ненавязчиво выполняет всю мировую работу. Он воплощает энергии движения; возможно, в самом реальном смысле является истинным *primum mobile*; в нем коренятся силы материи; в нем скрыта субстанция материи; общение со вселенной поддерживается посредством эфира; космические влияния могут проявляться только с его помощью; неосязаемый, он источник прочности; невидимый, он проводник света; сам по себе нефеноменальный, он является незаменимым источником явлений. Противоречащее в терминах, оно указывает на извечную мораль о том, что то, что ускользает от чувств, вероятно, более постоянно и интенсивно актуально, чем то, что поражает их.

СНОСКИ:

^[74] *Теория света*, второе издание, стр. 28.

- [75] *Британская энциклопедия*, том xxv., стр. 106.
- [76] *Отчет Британской ассоциации*, 1900, стр. 626.
- [77] *Эфир и материя*, стр. 26.
- [78] *Природа*, том. xlii., стр. 453.
- [79] Лармор, *Отчет Британской ассоциации*, 1900, стр. 625.
- [80] *Электричество и материя*, стр. 51.
- [81] *Структура Вселенной*, Лекция Реде, 10 июня 1902 г., стр. 14.
- [82] *Природа*, июнь, т. lxii., стр. 451.
- [83] *Труды Королевского института*, том. xvii., с. 177.
- [84] *Природа*, том lxx., стр. 101.
-

ГЛАВА XII

ФОРМЫ ТУМАННОСТЕЙ

Астрономические исследования сэра Уильяма Гершеля впервые сделали классификацию туманностей практически осуществимой. До тех пор, пока он не начал шлифовать зеркала в Бате, было известно очень мало таких предметов, да и те были слишком несовершенными, чтобы эффективно различать их различия. Расположение предполагает сравнение, а сопоставление - это некоторое разнообразие образцов для сравнения, которые стали доступны только благодаря тщательному изучению Гершеля. Быстрота и проникающая сила его наблюдений в этой области почти не поддается описанию. Он обладал проницательностью. Открытие и зачисление не удовлетворяли его; кроме того, он стремился подмечать аналогии и контрасты, сходства и различия. Он не мог видеть, не приводя в то же время в порядок то, что он видел; и закон порядка, который был присущ ему, был основан на эволюционном принципе. Содержимое небес, казалось, самопроизвольно складывалось, по его мнению, в генетические последовательности; а туманности - с особой легкостью. Принятым критерием было постепенное сгущение. Развитие, очевидно, рассудил он, должно сопровождаться сокращением и локальным просветлением. Рассеянные млечные пути представляли собой космические образования в их самой рудиментарной форме; благодаря постоянному действию силы тяжести, притягивающей их частицы друг к другу, они приобрели более плотную текстуру, более определенные формы и повышенный блеск.

Но за последние сто лет ситуация несколько изменилась внешне. Простой регулирующий план Гершеля, хотя и имеет неоспоримую значимость, нуждается в дополнениях и контроле. С тех пор, как она была сформулирована, было приобретено много вспомогательных знаний. Пытаясь оценить сравнительную древность туманностей, мы больше не полагаемся исключительно на

один набор указаний. Выводы, сделанные в результате их непосредственного осмотра, могут быть, по крайней мере, проверены путем изучения их спектров и распределения.

Млечный Путь можно было бы образно описать как ясли, из которых растут цветники Вселенной. Примитивное состояние обычно присваивается, и не без веских оснований, любому классу объектов, заметно склонных собираться в своей плоскости. И это относится к газообразным или "зеленым" туманностям. Более того, их материалы, по-видимому, находятся в очень элементарном состоянии (если допустимо говорить об одном виде материи как о более элементарном, чем другой); в их спектрах отсутствуют лучи, обусловленные металлическим накалом, но в основном присутствуют лучи туманности, водорода и гелия. Эти вещества, непостижимо разреженные, составляют обширные неправильные образования, помещенные Гершелем в начало космического развития или вблизи него. И до сих пор его предположения подтверждались результатами современных исследований. Но его описание планетарных туманностей как "очень старых и приближающихся к периоду изменения или распада" не оправдалось. Ибо, несмотря на их определенную форму и определенные границы, они существенно не отличаются по составу от туманностей нерегулярного класса и должны рассматриваться как, в некотором роде, ровесники им.

В целом, существует множество свидетельств того, что газовые туманности находятся на очень ранней стадии роста. Это наименее проработанные из звездных объектов; кажется, что многие из них едва переступили порог сотворения. Однако их взаимоотношения во времени ни в коем случае не очевидны. Их нелегко расположить в какой-либо рациональной последовательности. Во всяком случае, каждая из больших туманностей обладает особенностями и занимает положение, которого не разделяет ни одна из ее собратьев. Самый проникательный космолог не может претендовать на утверждение, что, скажем, туманность Арго имеет большую или меньшую древность, чем туманность Ориона или "Америка". Это отдельные образования, одновременные, а не последовательные. Линия развития, предполагаемая их взаимосвязями, скорее направлена на формирование звездных скоплений, чем разнообразных видов туманностей. Таким образом, Плеяды, что не маловероятно, иллюстрируют будущее состояние туманности Ориона: содержащиеся в ней звезды получили преобладание над своими туманными оболочками, хотя фрагментарные пленки, которые позже, по-видимому, будут сброшены, все еще остаются на многих из них.

У планетарных туманностей гораздо больше общего, чем у туманностей неправильной формы, и их небольшие разновидности могут, с некоторой долей вероятности, быть связаны с различиями в относительном возрасте. Они отмечены главным образом характером ядерной звезды, которая почти у всех подобных объектов, по-видимому, действует как стержень окружающей парообразной структуры. Напрашивается предположение, что это устройство предназначено для питания звезды — что звезда набирает массу и свет за счет туманности, которой в конечном итоге суждено полностью поглотить и вытеснить ее. С этой точки зрения, планетарии, подобные зеленой лампе накаливания на полюсе эклиптики (6543 Н.э.), следует рассматривать как наиболее продвинутые, в то время как планетарий Уэбба в созвездии Лебедя (7027 Н.Э.) иллюстрирует начальное состояние. В первом случае центральная звезда имеет

звездную величину 9 · 6 и ярко выражена; во втором она двойная и рассеянная,[85] возможно, широкая двойная система в зачаточном состоянии.

Вопрос, однако, все еще остается открытым относительно реальной природы связи между планетариями и их центральными звездами. Теория пабулума - многообещающая гипотеза, но никакие известные нам факты не подтверждают ее в строгой форме. Идеи по этому вопросу будут нуждаться в полном пересмотре, если следы спиральности, отмечаемые время от времени в некоторых из этих своеобразных объектов, окажутся радикально значимыми. Глазки, отличительные черты "туманности Сова" (N.G.C. 3,587), первоначально показанные парсонстаунским отражателем, состояли из светящихся узоров, обвитых вокруг двух внутренних звезд,[86] но внешний вид был либо иллюзорным, либо стерся в результате изменения, поскольку камера отказалась подтвердить его подлинность. "Спиральная" планета в Драконе[87], несомненно, по существу имеет спиральную форму;[88] и профессор Шеберле, посредством снимков 13-дюймовым отражателем из фокус в 20 дюймов заставил не только Кольцевую туманность в Лире,[89], но и Гантель в Vulpecula раскрыть удивительный секрет их спиральной структуры. Обе эти туманности дают спектр ярких линий, и изобретатели затрудняются изобрести средства для создания из газообразных материалов зданий с ярко выраженными архитектурными формами. Материалы, действительно, могут быть не полностью газообразными;[90] или, возможно, мы видим (как давным-давно предположил профессор Дарвин) просто освещенные линии движения, бороздящие неясную массу. Но если это действительно так, то возникает следующий вопрос: какое направление принимает движение? Приливы направляются внутрь или наружу?

Все наши спонтанные впечатления свидетельствуют в пользу склонности к концентрации. Нам нелегко избавиться от центростремительных предрассудков. Наша жизнь проходит в режиме центрального притяжения, и мы, естественно, склонны к универсализации нашего опыта. Схема звездной эволюции Гершеля, соответственно, на первый взгляд вызывает готовность к принятию. Звезды выглядят так, как будто они не могут действовать иначе, чем как очаги конденсации в туманностях; прозрачное вещество, составляющее их, должно, по-видимому, с течением веков оседать на их поверхности и впитываться в их субстанцию. Такие процессы, действительно, принадлежат, если им не противодействовать различными способами действия, неизбежному порядку природы; но они могут существовать и, вероятно, существуют. Со всех сторон нам навязывают убеждение, что космические тела могут как вытеснять материю, так и втягивать ее внутрь. Силы отталкивания настаивают на признании, и их воздействие становится тем более ощутимым, чем внимательнее их рассматривают. При определенных условиях они преодолевают гравитацию; и звезды, возможно, подобно насекомым, прядущим коконы, тратят свою органическую энергию на сотканную из них слабо светящуюся оболочку, продукт тонкой и необъяснимой деятельности.

Пример Новой Персеи свеж в памяти каждого, но мы не претендуем на то, чтобы разрешить возникший в связи с этим спор. Догматическое высказывание нецелесообразно там, где неизвестные элементы вопроса затевают и перевешивают те, которые известны. Менее скользкую основу для рассуждений дают постоянно видимые спиральные туманности, и с помощью фотографических средств в них были выявлены черты, наделенные особым значением.

Рассматривая все содержимое небес туманностей, мы обнаруживаем, что спиральный тип в значительной степени преобладает. На него претендует все больше экземпляров, и он проявляется все отчетливее с каждым развитием способности к разграничению. Она в основном распространена среди "белых" туманностей, демонстрирующих непрерывные спектры.

Их чрезвычайно много. Газовые туманности исчисляются десятками, белые - десятками тысяч. Более того, они собираются вблизи полюсов Млечного Пути,^[91] в то время как газообразное разнообразие толпится к своей плоскости, обе ветви семейства, таким образом, демонстрируют галактические отношения, хотя и противоположного характера. Итак, эти факты распределения имеют некоторое отношение к вопросу об относительном возрасте. Как уже отмечалось, существует единодушное мнение, что объекты, отдающие предпочтение Млечному Пути, находятся в более примитивном состоянии, чем удаленные от него, и этот вывод подтверждается тем обстоятельством, что туманности, расположенные в высоких галактических широтах, светятся непрерывным светом, а туманности вблизи галактического экватора - яркими линиями. И все же было бы опрометчиво предполагать, что какая-либо отдельная туманность проходит эти последовательные стадии. Этот ряд был бы удовлетворительно установлен только в том случае, если бы мы могли указать на ряд промежуточных примеров, которые, по-видимому, почти полностью отсутствуют. Мы не можем проследить в туманности, как мы можем проследить в росте звезд, незаметные градации прогрессивных изменений. В туманностях они, возможно, осложнены влияниями иного рода, чем те, которые получили господство в звездах. Диффузионные эффекты могут быть у них более заметными, чем эффекты концентрации;^[92] или может быть временно достигнут баланс между антагонистическими тенденциями.

Спиральная форма - настоящая суть небулярной космогонии. Условия, из которых она возникает, встречаются только на звездных небесах, но там они широко распространены. Хотя они и далеки от нашего опыта, они являются фундаментальными в сфере космоса. Если бы мы могли определить и осмыслить их, мы были бы в лучшем положении для определения космического статуса туманностей.

Выбор открыт между двумя конкурирующими теориями туманных спиралей. Первая более очевидна и легко согласуется с общепринятыми механическими принципами. Сэр Роберт Болл принял эту точку зрения и изобретательно отстаивал ее.

Шаровидное скопление беспорядочно вращающихся частиц склоняется, если предоставить его самому себе, к сплющиванию в диск. Причина такова: в системе подобного рода момент импульса неизменен, в то время как энергия постоянно убывает. Чтобы сделать контраст понятным, нам нужно только учесть, что момент импульса представляет собой алгебраическую сумму всех произведений массы и движения в совокупности, приведенную к ее "главной плоскости" или спроецированную на нее, в то время как энергия не зависит от различных направлений скорости. Следовательно, столкновения не приводят к уменьшению момента импульса, но в сочетании с радиационными отходами приводят к постоянной потере энергии. Тогда система неизбежно примет форму, в которой она обладает минимумом энергии, соответствующим сохранению ее первоначального импульса; и это форма диска, вытянутого в главной плоскости. К тому времени, когда эта форма будет окончательно достигнута, ретроградные движения будут устранены; составляющие частицы будут единодушно циркулировать в одном направлении; и сэр Роберт Болл добавляет, что их циркуляция,

вследствие более быстрого вращения центральной массы, происходит по спиральным траекториям.[93] Соответственно, они представляли бы искривленную структуру, столь часто наблюдаемую на небесах, и могли бы даже включать подчиненные центры притяжения, приспособленные для созревания и усиления в полномасштабную свиту планет. Таковы спиральные туманности, рассматриваемые в их непосредственном механическом аспекте. Сферические туманности - их непосредственные прародители; солнца с цепочками зависимых миров или без них - их прямые потомки.

Давайте, однако, обратимся к некоторым автографическим записям и внимательно взвесим, что эти своеобразные предметы рассказывают нам о себе. Мы сразу видим, что их изгибы проложены отнюдь не по воле случая, а следуют строго определенному плану. Спиральные туманности не образуются, как часовые пружины, за счет намотки одной нити. Они всегда имеют два ответвления. От противоположных концов удлиненного ядра отходят пара туманных рукавов, которые обвивают его двойными извилинами. Их кажущееся наложение и переплетения обуславливают в туманности Лиры отмеченный эффект окаймленного и разорванного кольцевого пространства, и представляет глубокий интерес заметить, что даже в газовых массах преобладает то же конструктивное правило, что и в большом Водовороте в *Canes Venatici*.

Однако это обстоятельство почти несовместимо с гипотезой о том, что происходит приток материала.[94] Падения под действием силы тяжести не могли быть ограничены двумя узкими участками центрального тела. С другой стороны, выброшенное из него вещество могло бы, вполне вероятно, следовать этим курсом. Можно легко предположить, что внутреннее напряжение вызывает деформацию вдоль данного диаметра, и нигде больше. Солнечные возмущения частично и смутно иллюстрируют такой вид активности. Нередки диаметрально противоположные протуберанцы. Они указывают на действие взрывной силы прямо по всему солнечному шару. Точно так же образование спиральной туманности нельзя правильно рассматривать иначе, как результат длительных, противоположно направленных извержений.

История небес связана с законом спирали. Сфера их влияния постоянно расширяется по мере активизации исследований. Гюйгеновское "знамение" в "Мече Ориона" теперь фигурирует просто как ядро "большой извилистой туманности", сфотографированной профессором У. Х. Пикерингом в 1889 году. То, что обширная туманность, окружающая Плеяды, представляет собой аналогичную структуру, представляется в высшей степени вероятным, хотя яркость заключенной в ней звездной группы стирает большинство следов ее плана. Величина смешанной системы, как нам сообщил профессор Барнард,[95], который обнаружил ее в 1893 году с помощью десятичасовой экспозиции с линзой Уилларда, превосходит наши возможности осознания. Он охватывает 100 квадратных градусов неба с замысловатыми деталями. Опять же, примерно в четырех минутах дуги к северо-западу от Кольца Лиры находится небольшая туманность, открытая визуально профессором Барнардом в 1893 году и фотографически преобразованная Килером в тонкую спираль. Это двухветвистая левосторонняя спираль, каковым оказался и большой соседний объект. Один из них, по сути, является миниатюрой другого, и теперь короткофокусный отражатель профессора Шеберле показывает, что они соединены вместе изогнутыми складками туманности в сложную спиральную систему. На основании того же авторитета считается, что Гантель также обусловлена, и аналогия, часто отмечаемая между ее аспектом и Кольцевой туманностью, таким образом, неисчислимо расширилась в масштабе.

Галактические отношения Магеллановых облаков определить нелегко. Они находятся в пределах Млечного Пути, но не за его пределами. Загадочные наросты на вселенной, они предполагают происхождение от гигантских вихрей в набегающем потоке звездного устройства. Их различное содержимое, по всей видимости, расположено по вихревым линиям. Фотографии мистера Х. К. Рассела[96] в 1890 году это в некоторой степени проявилось, и их показания были подтверждены арекипскими снимками, из изучения которых профессор Пикеринг пришел к убеждению, что большая петлевидная туманность, 30 Дорадус, является структурным ядром Большой Нубекулы. "Похоже, - написал он,[97] "является центром большой спирали и имеет такое же отношение ко всей системе, какое туманность Ориона имеет к большой спиральной туманности, покрывающей большую часть этого созвездия".

Со всех сторон, на звездных небесах, мы можем различить признаки действия закона свертки. Иногда они очевидны для обозрения; иногда наполовину погружены в воду; но в целом их можно при внимании отделить от вышележащих проявлений. Они проявляются звездами в не меньшей степени, чем туманностями, как указал покойный доктор Робертс на основании убедительных фотографических свидетельств; "волосатые" отростки шаровых скоплений выдают их своими криволинейными формами; они встречаются нам в каждом уголке обширного царства туманностей. Многие исследователи признают в самом Млечном Пути наличие спирали. Стивен Александер из Нью-Джерси,[98] рассматривал величественную галактическую дугу как спираль с четырьмя ответвлениями, образовавшуюся в результате катастрофических разрывов в примитивном сфероиде с экваториальной нагрузкой, потоки вещества, выбрасываемые которым, должны из-за их меньшего углового вращения отставать по мере удаления от ядра и, таким образом, течь по геликоидальным линиям. Р. А. Проктор впоследствии изобрел запутанные галактические потоки, которые, однако, несовершенны соответствовали тому, что было видно на небе. И доктор Истон[99] в качестве простой иллюстрации разработал сложную серию шпилей, происходящих, возможно, из центрального галактического скопления, проекция которого на сферу, по его мнению, может объяснять известные особенности Млечного Пути.

Наше внутреннее положение, тем не менее, чрезвычайно затрудняет определение реальных соотношений в пространстве звездных потоков, обращающихся вокруг него. Наблюдаемые факты, возможно, в равной степени совместимы со многими другими структурными схемами, помимо тех, которые основаны на идее спиральности; и будет благоразумно пока не принимать ни одну из них с твердой убежденностью. Однако мы можем собрать одну достаточно определенную информацию об истории Космоса. Все обитатели небес, звездные и туманные, совершенно очевидно представляют собой обломки примитивного вращающегося сфероида. Ее экватор все еще отмечен галактическим кольцом, а полюса - двойным пологом белых туманностей. Вращательное движение, которым она когда-то обладала в целом, несомненно, сохраняется в своих частях, но должны пройти века, прежде чем можно будет выявить фундаментальный звездный дрейф.

СНОСКИ:

[85] Килер, *Публикации Лица*, том iii., стр. 214.

[86] Россе, *Труды Королевского Дублинского общества*, том ii., стр. 93.

- [87] Впервые обнаружена как таковая Холденом и Шеберле в 1888 году, *Ежемесячные уведомления*, том. xlviii., стр. 388.
- [88] Деландрес, *Астрономический бюллетень*, февраль 1900г.
- [89] *Астрономический журнал*, № 539, 547.
- [90] Маундер, *Знание*, том xix., стр. 39.
- [91] Доктор Макс Вольф помещает точку сосредоточения туманности в точке $12^{\text{ч}} 53^{\text{м}}$, D. $+61^{\circ} 20'$, которая соответствует полюсу галактики, находящемуся в точке $12^{\text{ч}} 49^{\text{м}}$, D. $+62^{\circ}$. *Königstuhl Publ.*, Bd. I., p. 174.
- [92] Т. Дж. Дж. См., "Силы отталкивания в природе", *Популярная астрономия*, № 100, декабрь 1902г.
- [93] *Истоки Земли*, стр. 243-247.
- [94] Сp. Moulton, *Astrophysical Journal*, vol. xxii., с. 165.
- [95] *Ежемесячные уведомления*, том lx., стр. 259.
- [96] См. *Знание*, том xiv, стр. 50.
- [97] *Гарвардские анналы*, том. xxvi., с. 206.
- [98] *Астрономический журнал*, том ii., стр. 100, 1852.
- [99] *Астрофизический журнал*, том xii., стр. 158.
-

ГЛАВА XIII

ШЕСТВИЕ СОЛНЦ

Явления - это функции времени, и форма функции должна определяться в каждом конкретном случае. Именно к этому сводится исторический метод, и его использование является распространенным и почти обязательным. Мы больше не можем довольствоваться простым видом вселенной с высоты птичьего полета; наши мысли неудержимо стремятся ощупью проникнуть в ее прошлое и предугадать ее будущее. Нашим интеллектуальным предкам было достаточно статических концепций. Они были направлены на установление равновесия вещей, в то время как мы видим их в нескончаемом движении. Один аспект из них вызывает следующий, а тот другой, и так далее *до бесконечности*; мы не можем, даже если бы захотели, уравновесить наши идеи на стержне преходящего настоящего.

Неизменные небеса древних кажутся нам сегодня изобретением странной расы существ. Напротив, мы видим их у Шелли как "хрупкую и увядающую сферу", "краткое пространство", место и сцену перемен. "Неподвижные" звезды давным-давно оторвались от своих швартовов и начали свободно перемещаться в космосе. В последнее время им приписывают менее

очевидный, более интимный вид подвижности. Им были назначены пути индивидуального развития, по которым они, по-видимому, движутся с течением запоздалых эпох; и поскольку все, что растет, должно разрушаться, небесные сферы тоже обречены на смерть. Но современная наука сделала гораздо больше, чем просто распространила на них мрачную философию фразы "Tout passe, tout casse, tout lasse". Небезуспешно было предпринято грандиозное предприятие по детальному отслеживанию хода звездной эволюции и выстраиванию огромных звездных батальонов в порядке старшинства. Это стало возможным благодаря раскрытию спектроскопа. Помимо их руководства, трасса могла быть замечена неуловимыми проблесками, но никогда не могла быть проложена с какой-либо приблизительностью к определенности. Гершель нашел для этого *конечный пункт* в туманностях различных форм, но не пытался исследовать его дальше. Мы, не колеблясь, перевозим его от станции к станции, вплоть до *конечной станции*. Правда, не без осознания непреодолимых трудностей и неуверенности, которые, тем не менее, кажутся перевешиваемыми определенной неизбежностью самоорганизации в соответствующих фактах.

В основном полагаются на аргумент непрерывности. Непрерывная последовательность примеров убедительно свидетельствует о фактическом переходе, при условии только, что принцип развития (так сказать) может быть разумно принят как влияющий. Серия минералогических образцов, какими бы мелкими они ни были, не предполагает постепенного обогащения одной исходной массы руды. С другой стороны, можно сказать, что в звездах обитает разновидность жизненной силы. Это не готовые продукты, а самопроизвольно действующие машины. Это центры энергии, которые они распределяют безвозмездно, покрывая расходы за счет собственных средств. И этот процесс не только очевидно окончателен, но и должен сопровождаться конституционными изменениями, которые можно было бы отследить с помощью тонких методов расследования. Их можно отследить, если только нас не вводит в заблуждение иллюзорная видимость.

Предложенная Секки классификация звезд не была искажена никакими умозраительными фантазиями. Она была чисто формальной; ее целью было лишь предоставление отдельных отсеков для удобного размещения множества по-разному характеризуемых элементов информации. Затем, постепенно, стала замечаться близость градаций между одним классом и следующим; перегородки растаяли; методизированный массив пришел в движение; и голый каркас обрел форму, под эгидой Зеллнера и Фогеля, как космическая родословная. Белые звезды были названы прародителями желтых, а желтые - красных звезд; и незаметно прогрессирующее усиление черт родства между последовательными типами привело к демонстрации некоторого частичного, если не полного, соответствия указанного порядка истине вещей. С тех пор было признано необходимым разделить первый звездный класс на гелиевые и сирианские звезды; и здесь также существенное разнообразие незаметно переходит в сходство, приближающееся к идентичности. Все группы держатся вместе; вся схема находится на наклонной плоскости изменений. Гелиевые звезды по мере конденсации переходят в сирианские, а те - в солнечные, которые, наконец, краснеют из-за увеличения поглощения и демонстрируют признаки постмеридионального существования в рифленых спектрах. Окончателюность красной стадии, действительно, очень далека от абсолютной, но то, что лежит за ее пределами, является предметом догадок.

Есть несколько веских причин считать гелиевые звезды самыми "молодыми" или примитивными в удивительном скоплении, которое сверкает на небесном своде. Первая - это их сходство с

туманностями. Каждая звезда, воспринимаемая как окруженная складками или излияниями сияющей дымки, дает — если она достаточно яркая для тщательного изучения — спектр гелиевого качества. Кроме того, это удивительно разреженные тела. В результате исследования звездных затмений было установлено с приблизительной достоверностью, что гелиевые звезды обычно, а возможно, и неизменно, имеют гораздо более тонкую консистенцию, чем солнце. Излучение, однако, поддерживается за счет сжатия; следовательно, сферы в начале своего движения должны быть в целом наиболее рассеянными. Третья особенность молодости — принадлежность к зародышевым системам, и это очень заметно проявляется у гелиевых звезд. Несомненно, одна треть, возможно, половина из тех, что недавно были представлены на суд профессорам Фросту и Адамсу, оказались имеющими спектроскопические компаньоны. Считается, что эти пары были недавно разделены в результате деления одного родительского шара. И мы должны предположить, что это операция, которая должна быть проведена на ранней стадии или не проводиться вообще.

Спектры гелиевых звезд своеобразны и наводят на размышления. Те, что принадлежат к самым ранним группам мисс Мори — многие из них заметно расплывчаты, — практически не несут следов металлического поглощения, показывая вместо этого линии кислорода, азота и водорода во всех их трех сериях. Соответственно, в этих зачаточных телах создаются условия, необходимые для производства "космической" модификации водорода. Каковы эти условия на самом деле, мы не можем сказать, но можно с уверенностью предположить, что они окажутся электрического характера. Водород напоминает металлы в том, что он является электроположительным; он накапливается на отрицательном полюсе во время электролитического разложения воды. Однако у примитивных звездных объектов существует безошибочная тенденция демонстрировать поглощающие лучи электроотрицательных, а не электроположительных элементов. Вполне возможно, что водород может быть способен изменять свое поведение в этом отношении, и что молекулы, излучающие серии Пикеринга и Ридберга, в дополнение к более знакомой серии Хаггинса, фактически, благодаря некоторой корпускулярной перестройке приобрели электроотрицательные свойства, должным образом характеризующие неметаллическое вещество. Таким образом, ассоциация этой формы водорода с кислородом и азотом в ранних гелиевых звездах естественным образом была бы связана с одновременным квази-исчезновением из них спектральных обозначений металлов.

Линия гелия, наиболее характерная для этого звездного семейства, расположена высоко в синеве. Она относится к той же колебательной последовательности, что и D^3 , которая также представлена в Ригеле, одной из более "продвинутых" звезд Ориона. В Ригеле мы также встречаем довольно заметный луч магния, лежащий ниже голубого излучения гелия, в то время как железо пока не видно. Многочисленные тонкие, едва заметные прожилки из-за его поглощения появляются только при полном достижении сирианского типа, и в основном они относятся к "улучшенному" типу. Когда искровой разряд заменяется дугой в качестве источника освещения, определенные линии в результирующем спектре становятся ярче по сравнению с другими, и сэр Норман Локьер определил их как "усиленные". В настоящее время поразительно распространено правило, согласно которому поглощающие лучи в белых звездах относятся к этому классу; однако это больше не может интерпретироваться как указание на их чрезмерно высокую температуру. Скорее, может показаться, что электрические условия все еще недостаточно точно определены, и их постепенное устранение или ослабление, без сомнения, в значительной степени способствует переходу к солнечной стадии. Исчезновение эффекта поглощения гелия вызывает еще большее недоумение. Как только железо начинает

проявляться, оно тут же исчезает. На Веге все еще сохранился слабый след ее "голубой" линии; на Сириусе не сохранилось ни одного.

В спектрах солнечного типа две большие полосы фиолетового света перекрыты кальцием; в остальном преобладают металлические дуговые линии, в то время как линии водорода уже не так сильно подчеркнуты, как у белых звезд. Более того, белизна открытых сирианских фотосфер приобрела желтый оттенок из-за образования неглубокой оболочки, частично непроницаемой для синих лучей. По этой причине сравнительное расширение их ультрафиолетовых спектров не дает для звезд разных типов надежного критерия относительной температуры. Звук в принципе становится неприменимым, когда в игру вступает неизвестный фактор общего поглощения. Кривая энергии солнечного спектра, как она есть, может быть определена; кривая энергии солнечного спектра, какой она была бы, если бы на нее не влияло общее поглощение, должна быть построена на основе выводов. Но сопоставимые результаты дают только фотосферы, открытые для космоса. Следовательно, нет веских оснований утверждать, что Сириус горячее солнца, а солнце - Бетельге. Возможно, это так, но имеющиеся в настоящее время доказательства неубедительны. Явления, описанные в этом смысле, могут иметь совершенно разные значения.

Причины, по которым солнечная система созревает до антарианских звезд, имеют тот же характер и такую же убедительность, что и те, которые стремятся доказать их собственное развитие от светил сирианского типа. Существует аналогичная преемственность образцов. Они могут располагаться друг за другом в непрерывном ряду, в котором, по мере продвижения по линии, примула переходит в оранжевый, а оранжевый - в красный; общее поглощение задерживает все больший процент синего излучения, в то время как специфическое поглощение усиливается темными каналами титана. Углеродные звезды обнаружить труднее, и доктор Фогель считает, что они соответствуют классу антарктических звезд. Две разновидности красных звезд с полосчатыми спектрами происходят, по его мнению, от общего ряда, примером которого является наше солнце. Профессор Хейл также поддерживает эту точку зрения, несмотря на некоторые сопутствующие трудности. Его фотографии, безусловно, установили для углеродных звезд связи родства как с антарскими, так и с солнечными семействами; однако неоспоримым остается тот факт, что углеродный тип в значительной степени изолирован от всех остальных. Признаки подлинного перехода к нему немногочисленны и неясны.

О конечной судьбе обоих племен красных звезд можно только догадываться. Большинство составляющих их объектов различаются по яркости, некоторые находятся на грани периодического исчезновения; и изменчивость может быть симптомом внутреннего обветшания. Но организация таких тел глубоко загадочна. Они исключительно отдалены и представляют собой слабую почву для исследования. Не было собрано никаких указаний относительно их плотности или внутренней силы света. Об их движениях известно очень мало. Они редко образуют бинарные комбинации, а те, которые они образуют, почти всегда относительно фиксированы. Ни одна красная звезда не движется по вычисленной орбите; только одна, η Geminoium, встречается в длинном списке спектроскопических двойных звезд. Революции в этой любопытной системе при тщательном изучении должны оказаться интересными и поучительными.

Связанные звезды предоставляют особые возможности изучающим космогонию. Они, очевидно, современники; они хорошо стартовали в эволюционной гонке; на них действовали

идентичные влияния; следовательно, различия в их положении могут быть результатом только различий в массе или составе. Обычно считается само собой разумеющимся, что тело, содержащее меньше материи, чем его собрат, должно развиваться быстрее и раньше подвергаться окончательному закаливанию. Но сэр Уильям и леди Хаггинс указали на вероятность того, что на самом деле все обстоит как раз наоборот. Мощная поверхностная гравитация, по их мнению, может ускорить переход от сирианского спектра к солнечному; и тогда у нас были бы гигантские солнца, подобные Капелле, продвинутого типа, находящиеся на очень ранней стадии конденсации. Это, возможно, объясняет замечательные спектральные соотношения контрастных звездных пар. Насколько нам пока известно, сирианский спектр всегда определяется меньшей звездой, масса которой, судя по аналогии, должна быть даже меньше, чем можно было бы предположить по степени ее тусклости. Верно, что распределение массы в двойных системах часто сильно отличается от того, что можно было бы ожидать. Например, некоторые пурпурные спутники неопределенного спектрального качества обладают гравитационным воздействием удивительной силы. Некоторые результаты такого рода, недавно полученные м-ром Льюисом и другими, вероятно, окажутся фундаментально важными для теорий звездной эволюции.

То, что мы знаем о "темных звездах", было в основном получено из наблюдений за звездными системами. Предполагается, что они являются обитателями звездного Ада, тусклыми странниками среди теней, у которых "был свой день, и они перестали быть" солнцами. Считается, что в "холодной преграде" этих невидимых сфер завершается грандиозная космическая процессия. Их присутствие свидетельствует о нисходящем процессе распада и придает логическую завершенность аргументу в пользу развития. Однако есть обстоятельства, предостерегающие нас от слишком полной уверенности в том, что их статус на самом деле соответствует статусу скелетов на празднике света. Очень часто обнаруживается, что они находятся в непосредственной близости от ярких белых звезд. Таким образом, тесно, хотя и неуместно, связанные, они циркулируют и заставляют циркулировать в короткие периоды, как члены систем, только что, можно сказать, вышедших из оболочки. Что мы должны думать, например, о малоизвестном теле, обнаруженном спектроскопически и управляющем вращением главной звезды в созвездии трапеции Ориона? Очевидно, что оно сравнимо по массе с этим несовершенным уплотненным светилом. Возможно ли, что оно уже прошло все стадии звездного существования и остыло до планетного уровня? Столь поспешное предположение, по крайней мере, не должно делаться без должного рассмотрения; и мы можем более благоразумно отложить наше суждение относительно того, следует ли рассматривать глобусы с такими обстоятельствами — а их предостаточно — как истощающиеся или как несостоявшиеся солнца.^[100]

Рассуждения об исчерпании жизненной силы звезд в последнее время стали неразрывно связаны со сложной проблемой эволюции элементов. Было получено смутное представление о деятельности во вселенной темных сил, которые, как мы только что могли видеть, фальсифицируют многие прогнозы. Теория, среди прочего, рассеивания энергии нуждается в пересмотре или уточнении. Лорд Кельвин также не выдвигал ее с догматической уверенностью. Он тщательно отметил возможность того, что в "великих хранилищах творения" могут быть созданы запасы энергии, с помощью которых можно было бы полностью или частично восполнить потери, вызванные радиацией.^[101] Предполагаемая возможность, возможно, реализуется в явлениях радиоактивности. Но если мы зададимся вопросом, как это сделать, то на пороге нас встретят трудности, связанные с происхождением гелия. Гелий, по-видимому,

образуется в результате распада радия, его образование сопровождается высвобождением огромного количества энергии. Таким образом, его обильное присутствие свидетельствует о длительном и щедром расходовании тепла и света. И все же именно как составная часть крайне примитивных тел он в первую очередь бросается в глаза. Газообразные туманности также содержат неизмеримые запасы радия, хотя предположение, что радий когда-либо входил в их состав, несовместимо со всем, что мы, по-видимому, знаем о них.

Генезис элементов, по правде говоря, еще не стал предметом последовательных спекуляций. Современные представления об этом предполагают двойной ход изменений, сначала путем объединения, а затем путем дезинтеграции. И это должно дать нам двойную серию элементов. С одной стороны, должны быть фиксированные остатки прогрессирующего процесса, с другой - продукты разложения, непрерывно эволюционирующие и даже сейчас накапливающиеся. Если притязание гелия на место среди этих последних будет окончательно установлено, наши представления о природе и истории туманностей, возможно, претерпят странную инверсию; но результат проводимых исследований все еще неопределен и может быть далек.

Тем не менее, совершенно ясно, что электронная теория материи не дает подлинного объяснения источника энергии во Вселенной. То, что выделяется, когда атомы распадаются на части, должно быть, было накоплено, когда их собирали вместе. Откуда это взялось? Это фундаментальный вопрос, который лежит в основе любого обсуждения, касающегося поддержания жизни солнц. На него нет ответа, и, вероятно, на него нельзя ответить.

СНОСКИ:

[100] В то же время следует иметь в виду, что их полная темнота не доказана. Все, что можно сказать наверняка, - это то, что их спектры недостаточно яркие, чтобы оставить какой-либо отпечаток на открытых пластинах.

[101] Томсон и Тейт, *Натурфилософия*, Приложение E, стр. 494, издание 1890 года.

ГЛАВА XIV

НАША СОБСТВЕННАЯ СИСТЕМА

Наше солнце явно среднего возраста. На нем нет никаких признаков, связанных с молодостью звезд, в то время как его ветхость находится в отдаленном будущем. Скорее всего, он пересекает ровный участок, где восстановление настолько почти уравнивает расходы, что радиация может поддерживаться в течение неопределенного времени на высоком и довольно равномерном уровне. Звезды солнечного типа следуют ровному направлению своего пути с особенно редкими перерывами. Они проявляют небольшую тенденцию к внутренней изменчивости. Их периодичность, если она существует, обусловлена присутствием спутника. Переменные, другими словами, принадлежащие к спектральному семейству нашего солнца, являются двойными системами; и они обычно, если не всегда, представляют собой не затменные двойные системы по образцу δ Цефея. Таким образом, изменения освещенности

могут быть вызваны внешним воздействием на солнцеподобные звезды; они не проявляются из-за собственной нестабильности.

Наша планета, соответственно, привязана к безопасному и стабильному светилу, подверженному не разрушительным спазмам, а превратностям настолько мягким, что их невозможно четко распознать с точки зрения метеорологии.^[102] Более того, он управляется государством, основанным на широкой основе спокойствия и постоянства. Все это так, как и должно быть. Указанные условия были предпосылкой для развития человеческих судеб. Также нельзя с уверенностью утверждать, что они были реализованы где-либо еще. Наша система может быть уникальной; в то время как, с другой стороны, ее копии могут быть незаметно для нас в изобилии разбросаны по обширным областям космоса. Несомненно, наблюдатель в телескоп на Сириусе или альфа Центавра увидел бы наше солнце без присмотра; даже Юпитер не был бы виден с помощью оптических приборов, сравнимых с теми, что есть в нашем распоряжении.

Тем не менее, существуют строгие ограничения на возможное распространение планетных миров, подобных тем, что блуждают среди зодиакальных созвездий. Нам стало известно о неблагоприятных обстоятельствах, из-за которых множество звезд лишено возможности поддерживать свиты подчиненных шаров. Спектроскопические открытия вынудили пересмотреть представления о космическом устройстве. Особенно большое соотношение, установленное ими между двойными и одиночными звездами, делает более невозможным рассматривать солнечную систему как образец, скопированный в целом по всей звездной области. Таким образом, мы не можем сравнивать его ни с каким другим; механизм, частью которого является земля, волей-неволей должен быть изучен сам по себе, и, судя по всему, он может быть результатом особого замысла.

Рассматриваемая машина является самоподдерживающейся и саморегулирующейся; никакое постороннее питание не оказывает заметного влияния на ее работу. Такая невосприимчивость к помехам является удачным следствием ее изоляции. Его окружает огромная пустота. Протяженность орбиты Нептуна составляет всего лишь ладонь шириной по сравнению с огромной незанятой пропастью снаружи — незанятой, то есть телами значительной массы. Слабость звездного света по сравнению с солнечным дает своего рода представление о бессилии звездного притяжения конкурировать с господствующей гравитационной силой, которая влияет на циркуляцию планет. Именно это придает ему такую замечательную устойчивость. Несравненное превосходство солнца над зависимыми от него сферами не только защищает их от постороннего вмешательства, но и сводит к незначительности их взаимные возмущения. Следовательно, сильная концентрация силы, примером которой является наша система, — абсолютно деспотический характер осуществляемой власти — обеспечивает установленный порядок, исключая подрывные изменения.

Организация солнечного царства, как показывают современные исследования, значительно разнообразнее и сложнее, чем предполагал Лаплас. Действительно, его генетическая схема была обнародована не раньше, чем отклонения от регулярности и единодушия движения, на которых она была основана, начали заявлять о своей неудобной реальности. С тех пор они умножились; и, проявляясь в самых неожиданных аспектах, они порождают несоответствия, для объяснения которых требуются все ресурсы и смелость самых изобретательных космогонистов. Давайте вкратце рассмотрим их природу.

Рой астероидов, которые пересекают пропасть между Марсом и Юпитером, вращается, это правда, вместе с общим водоворотом движения планет; но они пользуются большой свободой в отношении формы и положения своих орбит. И их частичное освобождение от правил дорожного движения становится обязательным для комет и метеоров, которые, тем не менее, зарекомендовали себя как коренные жители нашей системы благодаря своему полному участию в ее надлежащем движении. Наконец, некоторые из главных планет пренебрегают условностями в устройстве своих семей, и, таким образом, глубокие отклонения от предполагаемого нормального хода развития настолько часты и значительны, что поколебали веру даже в его условную распространенность. Таким образом, аномально короткий период существования внутреннего спутника Марса, помимо того, что ставит под сомнение его собственный способ происхождения, имеет тенденцию затемнять историю его более степенного спутника. Деймос не мог быть оторван от своей первичной планеты в условиях, существенно отличающихся от тех, которые сопровождали рождение Фобоса.

Подсистемы Урана и Нептуна демонстрируют, более того, вихри ретроградного движения, предполагающие примитивные нарушения фундаментального характера; в то время как удивительные открытия, связанные с первенцем и самым удаленным спутником Сатурна, фотографически обнаруженные профессором У. Х. Пикерингом в 1898 году, добавили еще одну узловатую нить к запутанному клубку, который мы хотели бы распутать. До знакомства с Phœbe встречные течения революции внутри одного и того же семейства спутников были неизвестны, и, если бы они вообще рассматривались, были бы признаны невозможными. Безусловно, одна тройная звезда — ξ Scorpii — была признана, вероятно, обладающей ближайшим и более отдаленным спутником, находящимся в противоположно направленном орбитальном движении;^[103] но случаи во многих отношениях несопоставимы, и аналогия, хотя и поучительная, несовершенна.

Если рассматривать девятый спутник Сатурна как возникший из конденсирующейся массы планеты, то в течение длительного промежутка времени между его отделением и отделением его преемника Япета должно было произойти полное изменение состояния родительского тела. Изменение, по мнению профессора У. Х. Пикеринга,^[104] было не чем иным, как изменением осевого перемещения. Туманный сфероид, которому суждено было развиваться в замечательную систему Сатурна, имел, предположительно, к моменту отделения от него Фиби диаметр шестнадцать миллионов миль и спокойно вращался с востока на запад в течение примерно полутора лет. Но действие вызванных солнцем приливов сначала разрушило, а в конечном итоге и обратило вспять это движение; ибо естественным результатом приливного трения является синхронность, а это подразумевает соответствие, как по периоду, так и по направлению, между вращением тела, на которое воздействуют. Ускорение за счет сжатия довершило остальное; и к тому времени, когда другой спутник был готов отделиться, исходный земной шар обычно охватывал семьдесят девять дней, фактический период обращения Япета. Точка зрения о том, что таков был ход событий, правдоподобна на первый взгляд; однако остается сомнение в том, была ли предполагаемая причина адекватной произведенному результату. На расстоянии Сатурна солнечное приливное трение оказывает на землю лишь около $1/20000$ своей мощности;^[105] его эффективность, с другой стороны, была бы значительно увеличена за счет растяжения массы, подвергающейся ему; но приблизительно в какой степени, наши вычислительные возможности бессильны определить.

Это еще не все. Исчерпывающие фотографические исследования обещают раскрыть тонкости конструкции вторичных систем, требующие терпеливой работы многих поколений для их полного раскрытия. Возможно, окажется, что семьи великих планет включают в себя толпы низших членов, которые в своей системе кровообращения мало обращают внимания на ограничения условностей. Недавно было обнаружено явление "астероидных" спутников Юпитера и Сатурна, как их можно назвать, - крошечных тел, движущихся вокруг своих основных объектов на почти одинаковых средних расстояниях, каждая группа которых, очевидно, представляет собой неагломерированные материалы одного полноразмерного спутника. Пигментные компоненты таких групп, несомненно, существуют во множестве; каждая крупная планета, скорее всего, окружена по крайней мере одним поясом лун; но пока были обнаружены только образцы-объекты. Десятый спутник Сатурна, открытый, как и его предшественник, профессором У. Х. Пикерингом, таким образом, по своему периоду и местоположению связан с Гиперионом, седьмым и наименее заметным из визуального ряда Сатурна, кажущаяся незначительность которого подсказала сэру Джону Гершелю, что у него может быть много соседей по широкому промежутку между Титаном и Япетом.^[106] Но предположению пришлось подождать проверки, пока методы не были усовершенствованы сверх того, что казалось возможным в середине девятнадцатого века.

Соответствующая пара Юпитера, обнаруженная профессором Перрином, обращается далеко за пределами первоначальной галилеевой сферы по орбитам, которые пересекаются вследствие их заметной разницы в эксцентриситете.^[107] Они взаимно наклонены под углом 27 градусов и, как предполагается, на самом деле не пересекаются, так что о столкновениях, по-видимому, не может быть и речи. Указано прямое движение, но пока нельзя утверждать, что оно определенно принадлежит обоим объектам. Мы только начинаем знакомиться с подводным населением царств Сатурна и Юпитера; они, возможно, многочисленны; они, безусловно, своеобразны, и мы с нетерпением и любопытством ожидаем дальнейшего развития их замечательного поведения.

Единственный определенный вывод, который можно сделать из множества фактов, установленных за последние сто лет, заключается в том, что наш мир, так сказать, не создан машинами. *Modus operandi*, использовавшийся для отделения планет от их туманной матрицы, не отличался чугунной жесткостью; его можно было адаптировать к обстоятельствам; он оставлял простор для проявления безграничной изобретательности в деталях. Тем не менее, это было сделано для того, чтобы полностью сохранить основной порядок, как в дизайне, так и в эксплуатации. Общий план в общих чертах изложен и безошибочен; пружины машины не нарушают своего свободного хода, и по той основной причине, что отклонения от регулярности, которые в любом случае могут представлять угрозу для стабильности, воздействуют на тела незначительной массы. Великий размах установившегося движения продолжается независимо от них. 'De minimis non curat lex.'

Таким образом, неустойчивый порядок движения комет безвреден только из-за их незначительности. Если ему подражают существенно притягивающие массы, это не может не поставить под угрозу планетарные изменения. Даже астероиды были бы опасными соседями, если бы не их бессилие; и замечательно, что Меркурий, безусловно, самая маленькая из крупных планет, обращается по траектории астероидного типа. Казалось бы, как если бы важный размер влек за собой обязательство вращаться по орбите с небольшим эксцентриситетом, наклоненной под небольшим углом к главной плоскости системы. Причина,

по которой это должно быть так, неочевидна; но будь иначе, равновесие, ныне столь прочно установленное, сохранялось бы ненадежно или не существовало бы вовсе.

Действительно, утверждение о том, что это твердо установлено, может быть сделано только с оговоркой. Мы не знаем ни о каких причинах, ведущих к его свержению; тем не менее, они могут возникнуть позже или уже быть незаметно активными. Одной из таких скрытых возможностей является наличие сопротивляющейся среды в межпланетном пространстве. Там, вне всякого сомнения, должны встречаться обрывки материи — запрещенные молекулы, самоизвергающиеся из газовых оболочек слабых шаров; тонкие остатки кометных принадлежностей, уносимые прочь среди мимолетного великолепия перигелия; продукты ионной диссоциации, разлетающиеся под воздействием ультрафиолетового излучения — и все это рассеивается по эфирному океану, который "срезается спереди и смыкается сзади", когда его пересекают движущиеся тела. То, что его безразличие разделяют обычные материальные субстанции, находящиеся на последней стадии ослабления, является правдоподобной, но непроверенной гипотезой. Можно только с уверенностью сказать, что замедление скорости в том, что может сойти за пустое пространство, является нечувствительным или нулевым.

Тем не менее, в солнечной системе могут быть источники упадка. Некоторые из них обсуждались М. Пуанкаре, [108] чья уверенность в обнадеживающих демонстрациях Лапласа и Лагранжа обратно пропорциональна величине терминов, которыми они были вынуждены пренебречь. Они имели дело с фиктивными глобусами, лишенными ощутимых размеров и подчиняющимися строгому закону Ньютона. Но на реальные планеты и их спутники действуют и другие силы: фрикционные, магнитные, радиоотталкивающие, совместное воздействие которых может быть не совсем мимолетным. Приливное торможение при вращении, несомненно, приводит к небольшой, но безвозвратной потере энергии. Луна, например, как утверждает мсье Пуанкаре, теперь получает за счет реактивных последствий приливного трения при расширении своей орбиты не более $1/28$ от *живой энергии*, которой лишена земля из-за бесконечно малого замедления своего вращения; а оставшиеся $27/28$, рассеиваясь за границей в виде тепла, в конечном итоге выводятся из системы.

Нам говорят, что конечное состояние, к которому стремится планетарный механизм, - это синхронный оборот всех его элементов в течение примерно двенадцати лет. Это могло бы, помимо возможности наличия сопротивляющейся среды, иметь неопределенное постоянство; в противном случае постепенно происходили бы осадки к центру, и одна одинокая сфера, холодная, застывшая и неосвещенная, заменила бы сияющий шар наших лазурных небес с его разнообразным и изысканно уравновешенным кортежем. Однако необеспеченные проекты на будущее не входят в число самых ценных активов науки, и столь неизмеримо отдаленное завершение может быть предвосхищено множеством непредвиденных обстоятельств. Что может быть установлено и было установлено, так это относительная долговечность схемы, с которой так тесно связаны видимые судьбы человеческой расы. Это, несомненно, продлится достаточно долго для их осуществления. Любопытство, которое стремилось бы проникнуть в скрытую тьму, скорее всего, останется неудовлетворенным.

Но есть и другие перспективы. Необходимо учитывать другие и неисчислимы факторы. Солнце, хотя и является автократом в пределах своих собственных владений, само подвержено внешним влияниям. Как звезда, он вынужден следовать туда, куда влечет его совокупное притяжение других звезд; мы также не можем досконально истолковать призыв, которому он повинует.

Непосредственный результат перемещения солнечной системы к созвездию Лиры, это правда, был определен, но конечный масштаб и цель путешествия остаются глубоко неясными. Темп следует считать неторопливым: двенадцать миль в секунду - это немногим более половины средней звездной скорости. Однако мы, вероятно, не испытали бы никаких неудобств от того, что нас закружило в эфире в хвосте такой звездной молнии, как Арктур. Только чрезмерные скорости любых случайных тел, которые мы могли бы случайно обнаружить, выдали бы обычному опыту факт нашего собственного быстрого прогресса. Как бы то ни было, наши наблюдения из космоса кажутся скудными.

Если осколки зачаточных миров или пыль разрушенных миров устилали путь нашей системы, они должны были быть захвачены ею при ее прохождении, временно или полностью, и тогда мы должны были ожидать, что вершина пути Солнца будет отмечена, если не иначе, преобладающим притоком комет и метеоров из этой четверти. Однако нет никаких следов такого предпочтения в распределении их орбит. Отсюда вынужденный вывод, что солнце прикрепило к себе, помимо членов его ближайшего окружения, неопределенную толпу отдаленных слуг, которые своим присутствием на его шествии заявляют о своем изначальном корпоративном единстве с ним. Из этого правила может быть несколько исключений. Случайный аэролит, вероятно, входит в атмосферу Земли с гиперболической скоростью и соответственно оценивается как, в самом строгом смысле, посторонний пришелец; но вряд ли можно оспаривать общую истину о том, что солнце движется через виртуальную пустоту.

Мы, однако, не видим необходимости в том, чтобы он всегда продолжал это делать. По-видимому, вблизи центра и по направлению к периферии звездного мира преобладают совершенно разные условия. То, что можно назвать внутренней пустотой Млечного Пути, занято в основном звездами солнечного типа, включая, по нашему мнению, одну, превосходящую остальные; они разделены обширными, по-видимому, четкими промежутками; они не туманны и имеют стабильное строение. Эта безопасная среда обитания в настоящее время принадлежит нам, хотя в будущем она может быть заменена на другую, менее защищенную от беспорядков. Форма и размер орбиты солнцасовсемно неизвестны; соответственно, изменения окружающей среды, которые будут сопровождать ее описание, не поддаются предположению. Наш фактический курс наклонен под небольшим углом к плоскости Млечного Пути. Предположительно, он отклонится, но, возможно, недостаточно, чтобы наша система не была связана с галактическими звездными скоплениями. Из-за нашего незнания их состава нельзя пытаться предугадать результаты: они неопределенны и непомерно далеки. Более того, сравнительная медленность движения солнца в некотором смысле гарантирует постоянство существующих у него космических отношений. Насколько может судить наука, они могут в конечном итоге быть разрушены какой-нибудь предопределенной катастрофой; но такая возможность лежит вне сферы рационального прогнозирования.

Вселенная, отраженная в сознании человека, расширяется по мере того, как зеркало приобретает полировку. Ранние астрономы представляли себе только одну солнечную систему и одну "дедальную землю", на которую "бледное население небес" обрушивало зловеющие или благоприятные влияния. Позже человеческий эгоизм принял другую форму. Вся вселенная была ассимилирована с нашим конкретным маленьким поселением в ней. Земные условия были универсализированы. Ни одно отклонение от них не считалось допустимым или выгодным. Но один ответ казался возможным вечному *Куи боно?* беспокойная мысль обрушилась на небеса. Но одна цель считалась достойной выполнения - размножение в отдаленных звездных краях

копий нашей собственной планеты и обеспечение подходящих мест для мириад интеллектуальных существ, настолько чуждых нам, насколько это возможно при минимальном разнообразии их материального окружения.

Распространение этой астральной филантропии было в некоторой степени сдержано развитием знаний. Это показало, что наше положение и обстоятельства если и не совсем необычны, то, во всяком случае, очень далеки от неизбежности. Посредством процесса исключений он сократил до относительно ограниченного числа класс звезд, которые справедливо можно рассматривать как возможные центры жизненности; он чрезвычайно расширил масштабы заметного разнообразия в космическом устройстве и предостерег от ошибок в изложении, вызванных врожденными предрассудками. И мы, конечно же, не уйдем от истины, признав свою неспособность проникнуть во все глубины и сложности Бесконечного Замысла.

СНОСКИ:

[102] Неопределенность, влияющая на наилучшие достижимые результаты в исследованиях погодных циклов, становится поразительно очевидной при сравнении умелых и трудоемких работ Х. У. Клафа (*Astrophysical Journal*, vol. xxii., стр. 42), и К. Истон (*География Петерманна. Mittheilungen*, 1905, раздел VIII., и *Труды Амстердамской академии наук*, 24 июня 1905 г.).

[103] R. T. A. Innes, *Справочный каталог*, стр. 155A.

[104] *Гарвардские анналы*, том. liii., стр. 61, где, однако, разворот объясняется смещением плоскости вращения.

[105] Г. Х. Дарвин, *Философские труды*, том. clxxii., стр. 526; Моултон, *Астрофизический журнал*, том xi., стр. 110.

[106] *Ежемесячные уведомления*, том ix., стр. 91.

[107] Ф. Э. Росс, *Бюллетень Lick*, № 82.

[108] *Годовой отчет Бюро Долгот*, 1898.

ГЛАВА XV

ОСТАТКИ И ПЕРЕЖИТКИ

Если бы солнце и планеты были, по правде говоря, сформированы в их нынешней форме из первичной туманности, сравнительно пустое окружающее пространство, естественно, было бы усеяно фрагментами неподходящего материала. Ибо, казалось бы, процесс поглощения едва ли мог быть осуществлен с такой аккуратностью, чтобы не оставить ни лоскутков, ни стружек по всему огромному ателье. Остаточный материал там должен быть, если только наши предвзятые идеи не являются грубо ошибочными; и нам не нужно далеко ходить, чтобы найти его. Мы находим его, по-видимому, в двух формах, представляющих любопытные различия, но в основе своей принадлежащих, мы едва ли можем сомневаться, к одному и тому же порядку вещей. Эти

два вида отходов могут быть идентифицированы в бесчисленной армии комет и в странном бледном конусе зодиакального света.

Одним из наиболее важных и надежных дополнений к знаниям отдела космогонии, сделанных в девятнадцатом веке, было установление полной, постоянной и исконной зависимости комет от солнца. Иными словами, подавляющее большинство, если не все они, сопровождают его в его звездном путешествии. Соответственно, они являются и были его клиентами с незапамятных времен, и они могут потерять этот статус только из-за последствий насильственных беспорядков, вынуждающих их безвозвратно сойти со своих замкнутых орбит по гиперболическим траекториям. Таким образом, возможна незначительная утечка комет из нашей системы, которая может быть компенсирована, а может и не быть, присоединением случайных представителей этого класса, аналогично изгнанных с территорий удаленных звезд. Но это второстепенное соображение; существенный момент, который следует иметь в виду, заключается в том, что кометы являются прирожденными подданными солнца, что они составляют неотъемлемую часть его кортежа, что они имеют то же самое существенное происхождение, находятся под его властью и должны разделить его судьбу. Тогда их изучение должно оказаться весьма проливающим свет на предысторию нашей системы, и по той особой причине, что они, по-видимому, по праву принадлежат к тому исчезнувшему миру, реконструкция которого является избранной задачей космогонии. Мы можем заключить, что они являются подлинными первобытными представителями солнечной компании; они сохраняют что-то от дикой природы прерий, не будучи сломлены неуклонно навязываемой гравитационной дисциплиной. Каждый проход перигелия - это приключение; между ним и следующим могут произойти судьбоносные события. Силы, незначительные для плотных планетных шаров, ощутимо действуют на их разреженные материалы; они частично поразительно иллюстрируют, а частично фантастически переворачивают обычные закономерности естественного процесса. Но нас здесь в основном интересует их антикварное значение.

Допуская для зарождающейся солнечной туманности такое строение, какое было разработано Кантом и принято с поправками г-ном дю Лигондесом, мы сталкиваемся с почти неизбежным следствием симптоматических пережитков. Пучки сырой материи, другими словами, который избежал втягивания в вихрях планет эмбрион должен продолжать циркулировать, как у них из первых уст, во всех возможных плоскостях, и, не взирая на лица либо правша или левша направлении. Эти беспризорники и расточители, по сути, должны быть неотличимы от комет — "les seuls temoins", согласно французскому космогонисту, "qui nous restent sur le mode de la circulation première".^[109] Это отождествление соблазнительно для воображения и не так уж далеко от убедительности причины.

Существуют четкие доказательства того, что то, что мы можем рискнуть назвать естественным способом обращения комет, абсолютно не подчиняется правилам, которые накладывают на движения планет недвусмысленный отпечаток согласованности. Немногие кометы, демонстрирующие некоторую степень соответствия общему плану, - это те, которые подверглись многочисленным возмущениям и, следовательно, больше не могут быть названы беспристрастными свидетелями; в то время как их неподготовленные спутники, оставленные относительно свободными следовать импульсу своего старта, не проявляют никаких геометрических предпочтений в способе передвижения. Они вращаются безразлично с курсом знаков или против него; их траектории наклонены под всеми возможными углами к эклиптике;

они приближаются к солнцу в разумно равном количестве со всех сторон неба; они сходятся только в том, что движутся по эллипсам, настолько вытянутым, что приближаются к параболическому пределу. Но именно таким образом, и никак иначе, мы должны ожидать найти циркулирующие тела, которые, будучи вначале собраны случайным образом (как предполагал Кант), в минимально возможной степени отклонились от начальных условий своего системного объединения. Таким образом, можно привести хороший *первичный* довод в пользу рассмотрения комет как образцов изношенной туманности, как устаревших составляющих непостижимого хаоса, которые, уклоняясь от действия законов изменения, плыли по течению веков практически нетронутыми.

Однако у вопроса есть и другие аспекты, помимо этого чисто механического. Все они должны быть согласованы с истиной, которая не может быть более надежно гарантирована, чем согласованные показания; тем не менее, существуют трудности в осуществлении согласования. В химическом смысле кометы не являются близкими родственниками туманностей. В основном они состоят из углеродистого состава — свободный от положения водород в них не проявляется спектроскопически, — в то время как они включают металлические компоненты, которые иногда становятся светящимися из-за мощного возбуждения при прохождении перигелия. Но газовые туманности светятся в основном светом определенных неизвестных веществ, усиленным лучами водорода и гелия. Углеродные волнистости и металлические линии одинаково чужды их спектрам. Насколько нам известно, также нет никакой связи между химическим составом белых туманностей и химическим составом комет. Таким образом, результаты светового анализа опровергают гипотезу о туманном происхождении комет. Тем не менее, существуют возможности согласования. Спектральные условия могут быть изменены. Качество света, излучаемого телом смешанного состава, не может не изменяться с неизбежным изменением физического состояния, вызванным внешними воздействиями или внутренними изменениями.

Избирательное освещение, без сомнения, в значительной степени связано с изменением информации, которую мы можем получить относительно состава удаленных масс, и способы его действия кажутся причудливыми, потому что они очень несовершенно поняты. Следовательно, спектральные модификации могут происходить просто за счет замены одних элементов другими при проведении (предположим) электрического разряда, хотя все они изначально присутствовали одновременно в неизменных пропорциях. Более того, химическую неизменность больше нельзя считать само собой разумеющейся. Недавно мы узнали, что даже элементарная индивидуальность разрушается под ударом тарана времени. Рано или поздно печать, какой бы нерушимой она ни казалась, будет стерта, произойдут видовые трансформации, и новые комбинации материалов будут незаметно приспособляться к потребностям растущего мира. Эти вещи, это правда, во многом неясны, но мы уловили проблески нестабильности достаточно ясно, чтобы передать решительное предупреждение против догматических интерпретаций призрачных персонажей. Физическая наука может тогда выдать лицензию на теорию комет М. дю Лигондеса с предварительным *Отрицанием*.

Зодиакальный свет предполагает другой набор соображений. Поскольку кометы имеют допланетное происхождение, эклиптическое свечение следует считать постпланетарным. Он принадлежит к более поздней эпохе и составлен, согласно общепринятому мнению,^[110] из ненужных материалов, оставшихся от постройки поезда глобусов, к которому принадлежит и наш собственный. Это можно сравнить с сывороткой, из которой был отделен творог. Из этого

извлечено все хорошее; у нас может возникнуть соблазн выбросить это на растущую в небе кучу мусора с назойливой толпой астероидов, несколькими дюжинами ничем не примечательных комет и несколькими сотнями плохо очерченных метеорных систем. Но небесный мусор всегда стоит просеивать, прежде всего, в поисках признаков генеалогического происхождения, и было бы неразумно пренебрегать шансом найти его в особых соотношениях зодиакального света.

Это тройное явление, оно состоит, если смотреть полностью, из конуса, полосы и встречного свечения. Связь этих частей в единое целое очевидна, хотя и загадочна. Однако обычно виден только конус. Он появляется примерно во время весеннего и осеннего равноденствий, после захода солнца и перед восходом солнца соответственно, в виде слабого линзовидного свечения, сужающегося вверх от места, где солнце находится ниже горизонта, к вершине высоко над меридианом. Под названием "Ложный рассвет" он был знаком, вероятно, с ранних времен, восточным народам. Но они искали его в конце ночи, противоположном тому, который предпочитали европейские наблюдатели; и это явление не привлекало особого внимания здесь, в Англии, до 1660 года, когда Джошуа Чайлдри опубликовал его описание в своей *Британской кулинарной книге*. Тем не менее, это было специально замечено около семидесяти лет назад Кристофом Ротманом из Гессена, и, должно быть, было менее разумно воспринято бесчисленными наблюдателями, которые, скорее всего, включили это вместе с такими разнообразными объектами, как хвосты комет, полярные сияния и метеоритные следы, в неопределенный класс явлений, издавна известных как *трабы*.

Обычно этот свет намного слабее Млечного Пути, который, тем не менее, иногда он безошибочно затмевает.^[111] Реальные колебания яркости, по-видимому, связаны с этими изменениями; однако они не подчиняются прослеживаемому закону периодичности и, безусловно, не зависят от цикла появления солнечных пятен.

Противосветление, впервые замеченное Пезенасом в 1730 году,^[112] вскоре кануло в лету, и его пришлось заново открывать спустя шесть десятков лет Брорсену, который присвоил ему нынешнее название "Gegenschein". В последнее время за ним довольно часто наблюдали, особенно профессор Барнард, которому оно было представлено. само по себе, из-за скудости доступных записей, как удивительная новинка.^[113] Это, конечно, удивительно. Внешний вид Гегеншайна представляет собой большое эллиптическое пятно рассеянного света размером примерно 12 на 9 градусов, расположенное диаметрально напротив солнца.^[114] Время от времени, хотя и довольно редко, воспринимается, что он соединен с конусом "зодиакальной полосой", полосой мимолетной яркости, почти следующей за линией эклиптики. Таким образом, мы не можем ошибиться, распознав большой пирамидальный луч, сосредоточенный на солнце, с противосветлением и его связующей полосой, как части единого образования, составляющего в некотором роде основу солнечной системы. Недавнее наблюдение, сделанное профессором Ньюкомбом в уникальных условиях, доказывает, что оно гораздо менее исключительно "зодиакальное", чем предполагалось ранее. Посмотрев на север с вершины Ротхорна, в полночь 29 июля 1905 года, он заметил хорошо заметное свечение, распространяющееся в 35 градусах от места, где находилось солнце.^[115] Это был свет в его четвертом аспекте, который никогда прежде не видели и даже не искали; и из этого мы узнаем тот замечательный факт, что солнце заключено в огромную, тускло светящуюся сферу, обхват которой ненамного меньше орбиты Венеры и которая бесконечно рассеяна вдоль экваториальной плоскости.

Несмотря на его неясную неопределенность, ни спектроскоп, ни камера не являются совершенно неэффективными для изучения этого необычного приспособления. Мы положительно узнали, что его сияние носит непрерывный характер, происхождение которого в результате отражения солнечного света от небольших твердых тел кажется более чем вероятным. Соответственно, вся структура должна иметь пылевидную или метеоритную природу; она состоит из независимо движущихся частиц. Но что касается дальнейшего вопроса, при каком режиме циркулируют эти частицы? решающего ответа пока не ожидается. М. Хански[116] и другие считают свет истинным солнечным придатком, продолжением короны, и в этом случае он имел бы формальное, но не материальное постоянство. Оно представляло бы собой постоянно меняющуюся совокупность множества мельчайших тел, исходящих от солнца или отталкиваемых им и в значительной степени падающих обратно к его поверхности. Однако эта точка зрения вызывает определенные трудности из-за огромных размеров проблематичного свечения. То, что оно распространяется далеко за пределы земной орбиты, подтверждается феноменами Гегеншейна и полосы. Правда, масштабы отталкивающего действия солнца не могут быть ограничены; тем не менее, мы, естественно, могли бы ожидать, что его продукты станут слишком ослабленными, чтобы их можно было распознать за пределами радиуса, возможно, в пятьдесят миллионов миль.

Признавая, с другой стороны, остаточный характер зодиакального света, мы должны приписать ему строение, аналогичное строению колец Сатурна. Каждый из космических атомов, собранных в нем, вращался бы вокруг солнца сам по себе, едва ли потревоженный своими соседями. Нам также не нужно отчаиваться в попытке определить с разумной уверенностью, в какой стороне лежит истина в этом вопросе. Конкурирующие гипотезы могут быть проверены с помощью критерия, применение которого ни в коем случае даже отдаленно неосуществимо. Он обеспечивается геометрическими соотношениями зодиакального света. Очевидно, что если солнце может претендовать на органическую связь с ним, его ось должна совпадать с плоскостью солнечного экватора; в то время как, если оно представляет собой отходы от кантовской туманности, оно должно простираться вдоль главной плоскости нашей системы — плоскости максимального момента импульса — плоскости, к которой коллапсировало примитивное скопление вращающихся частиц по мере их уплотнения. Таким образом, вопрос о самолетах является решающим. Расположены ли зодиакальные потоки симметрично относительно солнечного экватора или они должным образом относятся к эклиптике, которая очень незначительно отклоняется от фундаментальной плоскости солнечной системы? Свидетельства, к сожалению, противоречивы. Большинство наблюдателей определили местонахождение тусклого равноденственного конуса прямо на пути движения солнца; некоторые, при исключительно благоприятных обстоятельствах, заметили в нем заметное отклонение от маршрута Знаков.

Определения М. Маршана по Пик-дю-Миди, например, указывали на вероятное совпадение плоскости солнечного экватора с осью света;[117] и доктору Максу Вольфу удалось в 1889 году получить фотографический оттиск, который, хотя и был частичным и несовершенным, имел тенденцию подтверждать вывод Маршана.[118] 16 ноября 1904 года, когда конус продемонстрировал замечательный блеск, в Кенигштуле было отчетливо видно, что он отвесно отклоняется от эклиптики и отделяется от нее, поднимаясь по небу. Однако теперь, когда было положено начало фотографированию этого загадочного обитателя сферы (подвиг был

совершен во Флагстаффе, а также в Гейдельберге), мы можем с уверенностью ожидать скорого согласования противоречивых заявлений относительно его местонахождения. До тех пор мы не можем рисковать утверждать, что на самом деле это то, чем кажется, - туманное выживание.

СНОСКИ:

[109] Лигондес, цитируется аббатом Море, *Проблема солнца*, стр. 67.

[110] Море, *Проблема солнца*, стр. 133; Бухгалтерская книга, *Девятнадцатый век*, март 1905г.

[111] Гумбольдт, *Космос*, том iv., стр. 563 (перевод Отте); Маундер, *Журнал Британской астрономической ассоциации*, том. viii., стр. 174; Макс Вольф, *Отчет Кенигштуля* за 1904 год.

[112] *Парижские мемуары*, 1731 г., цитируется Р. Вольфом, *Справочник по астрономии*, стр. 695.

[113] *Популярная астрономия*, том i, стр. 337.

[114] Ниджланд, *Астр. Nach.*, No. 4,008.

[115] *Астрофизический журнал*, том. xxii., стр. 209.

[116] *Собрание*, 1905, № 6; *Природа*, 23 февраля 1905г.

[117] *Comptes Rendus*, том. cxxi., стр. 1134.

[118] *Ситцунгсберихте*, Мюнхен, Bd. XXX., стр. 197.

ГЛАВА XVI

ЖИЗНЬ КАК РЕЗУЛЬТАТ

Мы уверены, что создание миров не было бесцельным, и его наиболее очевидной целью для нашего разума является подготовка подходящих мест обитания для органической жизни. Ничто другое не кажется сравнимым по важности; на самом деле, ничто другое не находится в пределах полного понимания нашего восприимчивого разума. И все же не следует забывать о его ограниченности. Человеческая точка зрения - не единственная, с которой можно рассматривать совокупность вещей; и хотя мы не можем отказаться от нее, мы все же можем признать, что точка зрения, получаемая с ее помощью, вероятно, не является всеобъемлющей. Мы только знаем с уверенностью, что цель, которая кажется нам высшей, в одном случае была успешно достигнута; насколько далеко ее пытались достичь в других местах, всегда должно оставаться предметом спекуляций.

Присутствие жизни на нашем земном шаре не становится менее загадочным из-за того, что оно обильное и знакомое. Мы можем проследить странную историю его медленного развития, но

тайна его зарождения ставит в тупик наше самое пристальное изучение. Остывшая кожа некогда расплавленного шара служит сценой для драмы; под ней все еще царит первобытный жар. Температура неуклонно повышается по мере погружения внедра земли; на глубине около двух миль она должна достичь точки кипения воды на уровне моря. Эта температура, абсолютно запредельная для жизнедеятельности, раньше, вне всякого сомнения, была температурой поверхности. Соответственно, в какую-то давно прошедшую эпоху наши будущие океаны висели в виде огромной оболочки пара над раскаленной коркой шлака и лавы; наша изобилующая планета была бесплодна; на ней не было ни надежд, ни потенциала, ни видимой возможности жизни.

Так оно и оставалось бы, если бы закон преемственности строго соблюдался; но пришло время для нового начала, и новое начало было положено. Произошла важная перемена; инертная Природа была оживлена; то, что было бесплодным, внезапно стало плодотворным; была преодолена неизмеримая пропасть, и началось движение по бесконечной линии продвижения. То, что наступление было начато и направлялось разумной Волей, - единственный вывод, который можно сделать из рационального анализа известных фактов.

Жизнь можно изучать в ее проявлениях, а не саму по себе. Попытки дать ему определение послужили лишь для того, чтобы показать нашу неспособность "приподнять нарисованную завесу". Однако мы можем видеть, что его присутствие сопровождается характерными эффектами, возникающими в гармонии с законами неорганической природы, хотя и не в слепом подчинении им. Их действие каким-то образом ограничено и, по-видимому, тонко, хотя и надежно направляется к определенным целям, предписанным жизненными потребностями каждого животного или растения. Этот модифицирующий принцип безошибочно регулирует экономику каждого живого организма; прекращение его деятельности означает смерть.

Наука не добилась реального прогресса в решении загадки жизнеспособности. Напротив, ее уклончивость становится более очевидной по мере того, как исследование становится более точным. При более слабой дисциплине мышления контраст между жизнью и смертью казался менее вопиющим. Было легко принять как должное, что ползучие твари были порождены коррупцией, а к помощи, при необходимости, обращались *virtus coelestis* восьмой сферы. Таким образом, считалось, что рождение мышей из влажной земли в девятом веке обозначалось словом *mus* (=гумус);^[119] и Ван Гельмонт, на пике возрождения науки, опубликовал, не испытывая опасений, рецепт создания тех же животных.^[120] Тем не менее, уже тогда можно было получить более точные знания, чтобы задать вопрос; и Франческо Реди в 1668 году сформулировал мнение Харви в знаменитой максиме "*Все живое в естественных условиях*." Ее истинность неоспорима. Оспариваемый и испытываемый снова и снова, он столь же часто подтверждался, и теперь можно сказать, что, несмотря на определенное аномальное воздействие радия на телячий бульон, он остается за пределами законных дебатов. "То, что жизнь предшествует жизни, - заявил лорд Кельвин в 1871 году, - кажется мне таким же достоверным научным учением, как закон всемирного тяготения".^[121]

Но процесс наследования не так-то просто начать в рамках строго униформистского соглашения. Заманчиво, хотя и вряд ли удовлетворительно, требовать от прошлого того, чего мы не осмеливаемся требовать от настоящего. Два с половиной тысячелетия назад это уже было в моде. Геродот отвергает генеалогическое конфуз с замечанием, γένοίτο δ' ἂν πᾶν ἐν μακρῷ χρόνῳ, которые могут быть свободно переведены, в долгосрочной перспективе время может

случиться все что угодно'. Условия, мы склонны считать, что, возможно, были давно более упругой. Доказанная невозможность сегодняшнего дня становится смутно мыслимой, видимой сквозь туман бесчисленных вчерашних дней. "Если бы мне было дано, - сказал профессор Хаксли, [122], - заглянуть за бездну геологически зафиксированного времени в еще более отдаленный период, когда земля проходила через физические и химические состояния, которые она не может увидеть снова, как человек не может вспомнить свое младенчество, я ожидал бы стать свидетелем эволюции живой протоплазмы из неживой материи". К этим первым жизненно важным соединениям он приписал грибовидную природу и способ произрастания, и такой выбор лишил его предположения всякого правдоподобия, которое могло бы быть присуще им в противном случае. Грибы не являются самоподдерживающимися; они не могут обеспечить себя питанием из сырья минерального мира; они зависят от гостеприимства иначе организованных существ. Таким образом, они определенно не относились к числу "первых милостей природы". Мистер Герберт Спенсер тоже был склонен рассматривать самопроизвольное зарождение как устаревший процесс. Скачок от неважного к жизненно важному, ныне признанный более здравомыслящими биологами невыполнимым, мог быть предпринят, как ему казалось, когда "тепло земной поверхности падало до тех температур, при которых высшие органические соединения нестабильны". Но "причину почему" нужно искать. Стерилизованный раствор - это именно тот раствор, который остыл после высокой термической обработки; аналогично обстоит дело и с обожженным кирпичом. Почему появлению жизни в первобытные времена благоприятствовало положение вещей, фатальное для нее здесь и сейчас?

Суть биологического понятия заключается в "протоплазме". Это слово было введено Фон Модем в 1846 году с целью подчеркнуть важность вещества, которое оно обозначает, которое действительно составляет основную массу каждого организма, животного и овоща, человека, гриба и амбы. Хаксли справедливо назвал его "физической основой жизни", добавив, однако, ошибочную гипотезу о том, что его производство, возможно, было одним из удачных выпадов природы. Это был бы удар с неисчислимым моментом, но и с неисчислимой невероятностью. "Шансы за пределами арифметики" были против того, чтобы этот конкретный бросок выпал из лукрецианской коробки для игры в кости. "Первичная слизь" (по выражению Окена) состоит из кислорода, азота, водорода и углерода с незначительным содержанием фосфатов и других солей. Но эти составляющие собраны воедино в высшей степени искусственным образом. Фактически, восемьсот или девятьсот элементарных атомов идут на создание одной молекулы протоплазмы, образуя структуру чрезвычайной сложности, тончайше сбалансированную и в высшей степени нестабильную. Соответственно, это является результатом применения специально направленных сил и сохраняет для пользы производящего организма энергию, затраченную на его строительство. Предоставленный самому себе, он быстро распадается на части и возвращает составляющие его частицы в их родную неорганическую сферу. Законы, правящие там, на самом деле враждебны существованию протоплазмы; предоставленная их безудержному действию, она погибает. Тогда мы должны были бы с таким же основанием предположить, что в геологическом прошлом реки текли в гору, как и то, что неорганическая природа слепо наткнулась на этот удивительный постулат и продукт жизни.

Профессор Хаксли утверждал, что жизнь - это "свойство протоплазмы", неизбежный результат "природы и расположения ее молекул", и он пытался скрыть абсурдность этого утверждения, называя аналогичным случай, совершенно несопоставимый. Вода, утверждал он, обладает качествами, совершенно непохожими на свойства кислорода или водорода, и протоплазма

может аналогичным образом, просто благодаря сложности устройства и пробуждению скрытого сродства, стать наделенной трансцендентными способностями, связанными с одушевленным существованием. "В таком случае, - воскликнул он, - какой более высокий философский статус имеет *жизнеспособность* чем *водность*?" [123] "Верно, - добавил он, - протоплазма может быть порождена только протоплазмой способом, который ускользает от нашего разума, но понимает ли кто-нибудь *modus operandi* электрической искры который проходит через смесь кислорода и водорода?" Иллюстрация неуместна. Электрическая искра не выполняет никакой конструктивной функции. Она просто перемешивает молекулы, чтобы задействовать их естественное сродство. Это действует как механический удар по динамиту. Далее, вода является стабильным соединением, поскольку ее образование сопровождается потерей энергии; она представляет собой плоскость, постоянно занятую, поскольку достигается крутым спуском; но протоплазма в этом отношении является прообразом воды. Ему нужна сила для своего состава; воде нужна сила для своего разложения. Протоплазма нуждается в силе плюс в подходящем аппарате; ее можно получить только с помощью искусно приспособленной машины с включенным напором пара. Таким образом, она непрерывно вырабатывается растениями под воздействием света. Они обеспечивают аппарат, солнечные лучи энергией. Если подача энергии прекращается, механизмы останавливаются, протоплазма перестает вырабатываться, организм умирает от истощения.

Многие немецкие биологи оказываются вынужденными из-за невозможности объяснить жизнедеятельность в терминах химии или физики связывать протоплазму с каким-то видом психической активности. [124] Индивидуальность, по крайней мере, подразумевает сверхматериальный принцип, и он утверждается в самой основе создания животного. Амба - простейшее из живых существ. Ранее называвшийся "животным Протеем", он представляет собой "все по очереди и ничего длинного". Он может быть круглым или лучистым, сферическим или линзовидным, в зависимости от сиюминутного удобства. Органов у него нет, его конечности бросаются в глаза отсутствием, он "без всего", что относится к обычному снаряжению одушевленного существа. И все же подобные зародышевые шарики протоплазмы буйно развивались на протяжении бесчисленных эпох. Способность к адаптации гарантировала выживание. Амба чувствует себя как дома практически в любой среде. То, чего у него нет в готовом виде, он может предоставить в любой момент. Из любой части своего вещества он может импровизировать щупальца для захвата своей добычи, а также желудок для ее переваривания, и таким образом эффективно проходит полный цикл животноводства. Некоторые сорта тоже являются отмеченными строителями. Те, кого называют фораминиферами, обладают способностью выделять карбонат извести из морской воды и сооружать с его помощью сказочные жилища, перфорированные во всех направлениях для обеспечения возможности высывания исследовательских нитей. Ископаемые панцирные раковины этого типа чрезвычайно многочисленны. Их плотное скопление в мелу вызвало восклицание Бюффона о том, что "сама пыль была живой!" [125] Известняк *гроссье*, из которого построен Париж, состоит в основном из них, и по сей день в океанических глубинах материалы для будущих столиц готовятся монументальной промышленностью этих неприхотливых созданий.

Такие, какие они есть, они сохраняют статус, несравнимый с статусом неживых существ. Несравнимый, например, с водой, в которой они плавают. Контраст разительный, несмотря на свою привычность. Амба воплощает цель; она воплощает искру личного существования, бессознательно направляя силы неорганической природы к достижению своего собственного

благополучия. Подчинение наиболее реально, хотя и глубоко таинственно. В органическом и неорганическом мирах действуют одни и те же законы; одни и те же первичные атомы проявляют свои предпочтения в каждом из них; ни в том, ни в другом не возможен беспричинный эффект. Пуля не может быть выпущена из ружья, в котором нет заряда, так же как человек не может пошевелить пальцем без соответствующих затрат на продукты питания. Соответственно, в то время как растения накапливают, а животные расходуют энергию, растения и животные одинаково некомпетентны в ее производстве. Что они могут сделать, так это присвоить и конкретно применить ее; и в этом заключается суть жизни. "Казалось бы, - писал сэр Джордж Стоукс в 1893 году, [\[126\]](#) "это нечто вроде направляющей силы, не противодействующей действию физических сил, но направляющей их в определенное русло". Что такое сила сама по себе, было бы бесполезно пытаться определить. Мы уверены только в том, что она внефизическая. Материя не может развить принцип, который распоряжается ею как своим хозяином. Эволюция означает только самоочевидное раскрытие чего-то, что уже смутно присутствует. "Скрытый процесс" (используя термин Бэконииана) вылупления яйца типичен и поучителен. И все же он не становится менее загадочным оттого, что ежедневно протекает у нас на глазах. Скопление солнц, действительно, не производит на нас впечатления невыразимого чуда "цветка в трещиноватой стене", воспетого последним великим поэтом девятнадцатого века.

Двум обширным царствам жизни не хватает "научной границы". Граница плохо обозначена и нерегулярна. Настолько, что несколько натуралистов создали нейтральную зону, или ничейную землю, населенную существами смешанной или неопределенной природы, растительно-животными или зоофитами в буквальном смысле этого слова. Но этот прием используется скорее для укрытия невежества, чем для продвижения знаний. Ибо представляется вероятным, что нет настолько несовершенно охарактеризованного организма, который был бы действительно неспособен дать категорический ответ на вопрос: "При каком короле, Безониане?" Грибы, возможно, при поверхностном взгляде можно было бы принять за гибриды. Они имеют природу животных настолько, что не способны создавать собственную пищу, в то время как в других отношениях кажутся настоящими овощами. Фактически, они являются паразитами и падальщиками. Нет ни малейших оснований предполагать, что они представляют собой генетическую связь между двумя главными иерархиями. Они, по всей вероятности, фундаментально различны. Только на основании необоснованной гипотезы им можно приписать общего предка. Каждый стремится к совершенству разного рода; их идеалы, так сказать, следуют разными путями. Можно с уверенностью утверждать, что пути были обозначены с самого начала; и это подразумевает радикальное разделение. Растения появились первыми, поскольку животные предполагают их существование и настоятельно требуют его; вполне возможно, что это произошло за большой промежуток времени. На этот счет геологические данные, хотя и неубедительные, наводят на размышления. Лаврентийские пласты, которые являются одними из самых ранних слоистых образований, не содержат узнаваемых окаменелостей. Когда-то предполагалось, что в них хранятся останки неприятельного организма, получившего название *Eozoon Canadense*; но теперь известно, что отметины, имитирующие животные формы, имеют минеральное происхождение. Лаврентийский графит, с другой стороны, встречается в изобилии; и графит может быть описан как уголь на более продвинутой стадии минерализации. Такие отложения, как нас заставляют полагать, состоят из измененных растительных веществ; и из этого, по-видимому, следует, что эти седые породы являются погребением обильной череды девственных лесов. То, что они

процветали под водой — и, по сути, состояли из водорослей — таково мнение профессора Прествича,^[127] и это нелегко опровергнуть.

Примитивная животная жизнь, несомненно, была морской, и гуронские слои, перекрывающие Лаврентийский, оставляют следы в виде нескольких спикул губок, слепка кольчатых червей и тому подобных скудных остатков. Выше, кембрийская серия кишит океаническими беспозвоночными; рыбы, первый тип позвоночных, появились на сцене в силурийские времена; и так, разнообразным и удивительным образом жизнь продвигалась на протяжении веков, пока восходящая последовательность не достигла кульминации в виде существа, отлитого по образцу прорицателя, которое даже сейчас ходит по земле, подняв лицо к звездам.

'Natus homo est; illum mundi melioris origo
Finxit in effigiem moderantūm cuncta deorum.'

В растительном царстве жизненно важный закон развития проявил себя с менее заметным эффектом. Превосходство современной флоры над древней скорее значительно, чем поразительно. Древовидный папоротник или сигиллярия гораздо лучше сопоставляются с дубом, чем трилобит или плезиозавр с орлом, лошадью или львом. Геологические вариации растений, однако, безошибочно привели к тому, что они стали более полезными для человека — более полезными для удовлетворения его материальных потребностей, а также более удовлетворяющими его эстетические инстинкты. Для него раскрашивали лепестки цветов и перегоняли духи; для него травы прерий запасали необходимые питательные вещества; готовясь к его пришествию, отборные фрукты созревали и краснели под лучами третичного солнца; в то время как бесплодная и мрачная растительность каменноугольной эпохи уже внесла свою лепту, превратившись в пласты угля, которые в конечном итоге стали источником энергии для человеческой промышленности и тепла для человеческого комфорта.

Было бы злоупотреблением терпением наших читателей обсуждать бесплодную гипотезу о внеземном происхождении жизни на нашем земном шаре. Действие, в этой связи, аэролитов, насыщенных микробами, впервые было упомянуто Рихтером из Дрездена; и лорд Кельвин придал значение этому понятию, случайно упомянув о нем в 1871 году президентом Британской ассоциации. Его принятие обязало бы нас относиться к обитателям нашей планеты, как к фауне, так и к флоре, как к спасению от крушения какого-то неизвестного мира в космосе. *Credat Judæus Apella*. На наш взгляд, приключения барона Мюнхгаузена кажутся более правдоподобными, чем внутриутробная история первичного организма, подразумеваемая этим "диким предположением". Расследование природы предполагаемого организма помогает еще больше запутать ситуацию. Поразительная засушливость метеоритов исключает возможность того, что у них была водная среда обитания. Представители отряда грибовидных непригодны для роли первопроходцев из-за своей беспомощности в вопросе распределения; и едва ли можно ожидать, что споры, лишайники или мхи переживут превратности такого путешествия, которое они должны были совершить, если были перенесены метеоритами к берегам земли. Более того, гипотеза иммиграции, даже если бы она была правдоподобной, не могла бы оказаться полезной. Трудности не исчезают, когда их загоняют в угол; проблема жизни столь же серьезна в одном мире, как и в другом; мы не должны ожидать, что найти квадрат круга на Марсе будет легче, чем Дейнострату найти его в Греции; материя, мы убеждены, обладает не большей психической инициативой в системе Арктура, чем можно приписать ей в системе

Солнца. Беспольныедогадки тогда можно отбросить; они не помогают нам выбраться из трясины интеллектуального бессилия.

На самом деле это не обязательно должно быть абсолютным. Решимость рассматривать вещи исключительно механически делает их непонятными. Наука становится ненаучной, когда она отказывается руководствоваться опытом; и мы имеем самое ясное свидетельство сознания о работе в нас первоначальных способностей, независимых от физических факторов и неудержимых ими. Здесь мы держим в руках ключ к лабиринту. Переданный намек отличается от Силы вне природы, постоянно и непостижимо действующей для наведения порядка, возвышения и оживления.

СНОСКИ:

[119] Хьюитт, *Проблемы эпохи*, стр. 105.

[120] Пастер, *Анналы химии и физиологии*, том xlv., стр. 6, 1862.

[121] *Популярные лекции и обращения*, том ii., стр. 198.

[122] *Отчет Британской ассоциации*, 1870, стр. 84.

[123] *Собрание сочинений*, том i, стр. 153

[124] Neumeister, *Betrachtungen über das Wesen der Lebenserscheinungen*, 1903.

[125] Оуэн, *Палеонтология*, стр. 11, 14.

[126] *Лекции Гиффорда*, стр. 46.

[127] *Геология*, том ii., стр. 22.

BILLING AND SONS, LTD., ТИПОГРАФИЯ, ГИЛФОРД